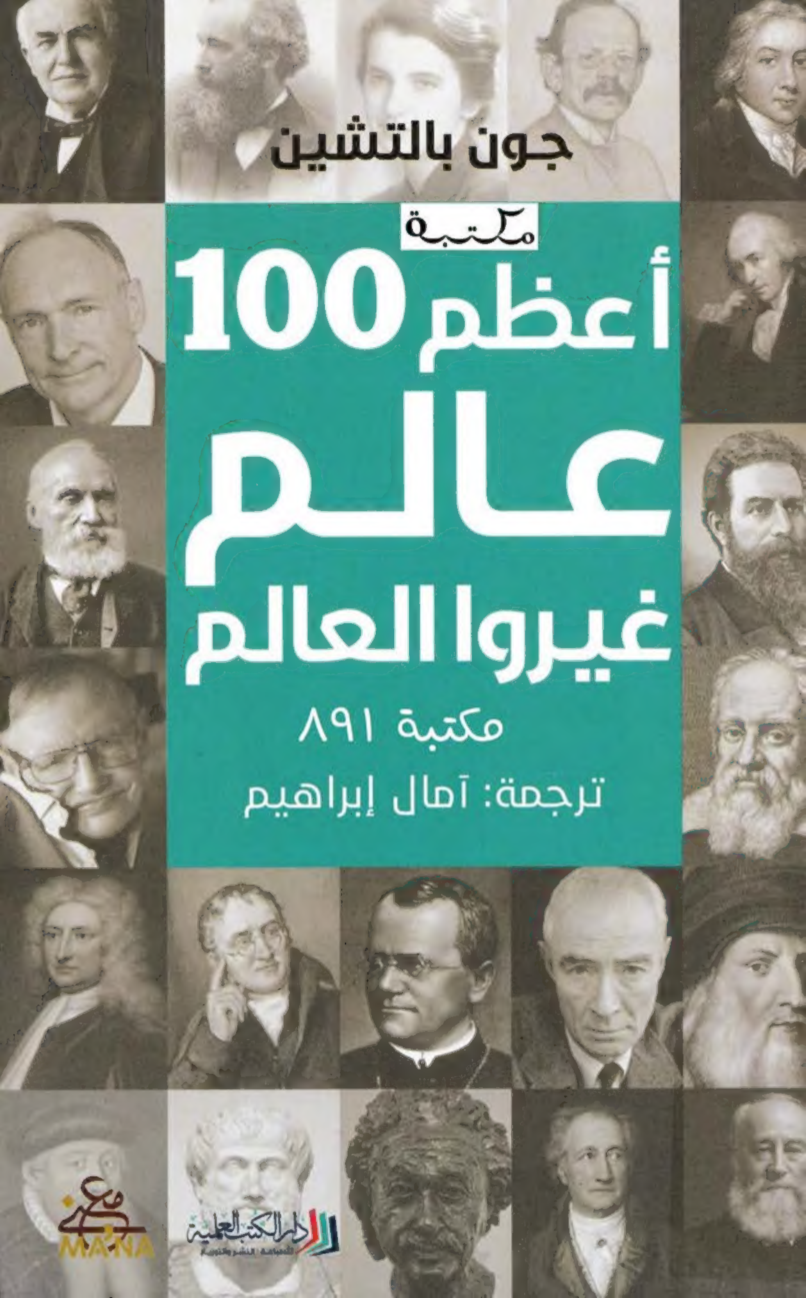


جون بالتشين
مكتبة
أعظم 100 عالم غيروا العالم
مكتبة ٨٩١
ترجمة: آمال إبراهيم
دار الكتب العلمية
MA'NA

جون بالتشين

أعظم 100 عالم غيروا العالم

قال السير إسحاق نيوتن: "إذا كنت قد رأيت أبعد من الآخرين، فذلك لأنني كنت أقف على أكتاف العمالقة".

(أعظم ١٠٠ عالم غيروا العالم)، تقديم لسيرة مئة من هؤلاء العمالقة وفحص لإنجازات الرجال والنساء الذين، في الغالب، كانوا في مواجهة الشكوك الشديدة أو ما هو أسوأ، ناضلوا ونجحوا لدفع حدود المعرفة الإنسانية إلى ما هي عليه اليوم. بجهد علمي واسع ومثابرة متواصلة، بدءًا من علم فلك كوبرنيكوس وجاليليو، حتى الثورات الطبية لأبقراط وجالينوس، ليشمل بعد ذلك مجالات الفيزياء والبيولوجيا والكيمياء والوراثة.

هنا، قصة الأفكار التي شكلت عالم اليوم، والأفكار التي ستشكل عالم المستقبل.

أعظم 100 عالِم
غيروا العالَم

اسم الكتاب: أعظم 100 عالم غيروا العالم

اسم المؤلف: جون بالتشين

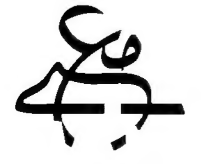
ترجمة: آمال إبراهيم

الطبعة الأولى 1441هـ/ 2020م

عدد الصفحات: 416 صفحة

الناشر: دار الكتب العلمية للطباعة والنشر والتوزيع. العراق - بغداد

الرقم الدولي: ISBN 978 - 9922 - 601 - 86 - 1





العراق – بغداد – شارع المتنبي
07819141219 | 07702931543
darktbalmya@yahoo.com

جُوْن بَالْتِشِيْن

أعظم 100 عالِم غيروا العالَم

ترجمة
آمال إبراهيم





المحتويات

القرن الخامس عشر

القرن السادس عشر

القرن السابع عشر

القرن الثامن عشر

القرن التاسع عشر

القرن العشرين


مكتبة
t.me/t_pdf

تمهيد

لو نظرت حولك اليوم فلن تحتاج إلىٰ جهد لتعلم كم تحوطك نتاجات الجهود العلمية، فقد وهبنا التقدم العلمي التلفاز ومحركات الاحتراق الداخلي والطائرات والحاسبات وهذا قدر يسير من قائمة تطول. مع ذلك فان المنتجات الاستهلاكية المذكورة تعتبر وجها واحدا من الفائدة التي تغدق بها العلوم علىٰ البشرية. فعلىٰ سبيل المثال، غالبا ما تغطي الاخبار العلمية اللامعة كالفيزياء الفلكية وعلم الصواريخ علىٰ إنجازات كبيرة في الطب. لم يكن الموت اليومي من إثر الإصابة بمرض ما، من الأمور المستغربة حَتىٰ القرن التاسع عشر. فقد فتك مرضا الجدري وشلل الأطفال بالملايين من البشر إلىٰ ان ظهر اكتشاف ادوارد جينير والذي علىٰ بساطته، شكل منعطفا في إنقاذ حيوات كثيرة، حَيثُ لاحظ ان مَن يحلبن الماشية من المصابات بجدري البقر، يحملن مناعة ضد الجدري. كما طور جوناس سالك لقاحا ضد شلل الأطفال. ان ما نشهده من قتل هذه الأمراض لإنسان

اليوم ليس بسبب الإخفاق العلمي وانما للتردد المأساوي للدول العظمىٰ في مشاركة هذه المكاسب العلمية مع الدول الفقيرة.

في الوقت ذاته، جاء العلم بتطورات قد لا توصف بالمفيدة: كالدبابات والرشاشات والقنبلة الذرية. ان مهمة العلم هي التوصل إلىٰ نتيجة، مع بقاء المساءلة الأخلاقية لطبيعة تلك النتائج خارج دائرة تشخيصها. وبالرغم من ذلك فهذا تحديدا ما يميز العلم عن الخرافة والسحر والدين.

ومهما كانت أهمية المنتج العلمي فالأكثر أهمية هي المنهجية العلمية المتبعة من البدء بالملاحظة العامة وصولا إلىٰ بلورة النظرية القابلة للتحوير والتعديل في ضوء ما يظهر من أدلة وإثباتات.

إلىٰ اليوم، ندعو ان تمطر، لكننا نعرف الأسباب الفيزيائية للمناخ بحَيثُ نتمكن من التنبؤ بذلك إلىٰ حد ما. فلم يعد موضوع المناخ يحسب علىٰ مزاج إله مجهول لتتم ترضيته بالتضحية بالمولود الأول أملا في حصول المراد.

ان الطريقة العلمية التي تقدم بها الحقيقة تناقض تماما حقيقة (السلطة) المفروضة والتي تطمئن لمصداقية القول لا مصداقية قائله. فمقياس الحقيقة لا علاقة له بسلطة القائل.

ان رفض الحقيقة المستندة إلىٰ السلطة مكن علماء هذا الكتاب المبادرين من تلمس العالم من حولهم، واقتراح النظريات لتفسير الظواهر المختلفة وتعديل هذه النظريات حسب ما يظهر من حقائق جديدة.

لم يكن الخروج من ظلمة الخرافات إلىٰ نهار المنطق بالأمر الهين أو السهل، عندما تجرأ فيزاليوس علىٰ تحدي سلطة جالينوس وخطوطه الحمراء التي وقفت دون تشريح جثث ادمية للوصول إلىٰ الحقيقة، مما وضع الأول في حكم الكاذب والمجنون. كان كل من جاليلو وكوبيرنيكوس حذرين من اتباع خطىٰ جوردانو برونو منْ أَجل إفساح المجال لظهور نظرية مركزية الشمس والتي تحدت النواميس الكنسية آنذاك. مع ذلك فقد أظهر هؤلاء العلماء ثباتا كبيرا أنار طريق الإنسانية لاحقا.

لمعت نساء ورجال هذا الكتاب في بيت شعري لبرتراند رسل: « ما يوازي عبقرية الإنسان سطوعا في وضح النهار... » ليؤكد التساؤل الذي يعنىٰ بنجاحهم في حمل شعلة العلم متقدة حَتىٰ تصل يد الأجيال القادمة وما تحققه من تقدم علمي غيّر وجه العالم.

أناكسيماندر

611 - 547 ق.م



ملاحظة: مع حقيقة ولادة أناكسيماندر في مدينة طاليس الإغريقية الواقعة على الساحل الاسيوي لتركيا، حوالي 611ق.م، إلّا أننا لا نعرف الكثير عن حياته. وذلك لأنه كان مقلّا بالتدوين وغالبا ما كان يترك ذلك لطلبته وما وصلنا جاء من خلال ما كتب عنه بيد فلاسفة وعلماء من الإغريق المهتمين بسلفهم اللامع.

تخيل ان العالم الذي نعرفه اليوم مسطح، ولا تسنده في الفضاء الواسع إلّا أعمدة. لقد ساد الاعتقاد ان عالمنا يقبع في مركز كون بشكل خيمة محاطا بنجوم متساوية البعد عن الأرض

وثابتة قرب الحواف. والآن تخيل ان أحدهم اخبرك، وعلى عكس الاعتقاد السائد، بان الأرض لها (عمق) وليس هناك ما يسندها وان النجوم والقمر والشمس ليست فقط على أبعاد مختلفة ولكنها أيضًا تدور حول ارضنا ثلاثية الأبعاد. بالتأكيد سيمثل هذا الادعاء ثورة تزعزع كل المعتقدات الموجودة والفرضيات السائدة حول الكون والقفزة الأكبر في المفاهيم العلمية التي تبناها اناكسيماندر.

نظرية اللانهائي

غالبا ما عُرف بمؤسس علم الفلك الحديث، يعتبر اناكسيماندر نقطة الانطلاق للفهم الغربي الحالي للكون. الإغريقي الذي ولد ومات في طاليس (تركيا اليوم)، يغلب الظن انه سافر كثيرا من أَجل بلورة نظراته الكونية. تتلمذ اناكسيماندر على يد طاليس الملطي، والذي كان بارعا هو الآخر في علوم الفيزياء والفلسفة والهندسة والفلك. وكما هو الحال مع طاليس، فلا نعرف الكثير عن حياة اناكسيماندر مع بقاء فقرة واحدة فقط من مخطوطاته الاصلية. وقد لعب الإغريق اللاحقون ببلورة ثرائه العلمي ووصف جوانبه المتعددة ونخص بالذكر منهم أرسطو وثاوفرسطس. غالبا ما كان اناكسيماندر يقدم كفيلسوف أكثر منه عالم خاصة بعد ما قدم نظرية (اللانهائي) أو (اللامحدود) وكانت هذه الفكرة هي المبدأ الأول لكل شيء. فلا أصل ولا انتهاء. ولكن: « هي ما انبثقت عنه كلّ السماوات وعوالمها المخبوءة » من وصف

ثاوفرسطس لأعمال اناكسيماندر. مع العلم ان أفكاره الفلكية هي التي كان لها التأثير الأكبر حَيثُ كانت نواةً لنظريات لاحقة غيرت العالم.

كونٌ طوبوغرافيّ الطبيعة

هنالك جدل حول الإنجاز الأكبر لاناكسيماندر خاصة في تصويره لمفهوم أن الأرض معلقة وبلا مساند وهي مركز الكون. فقد صور المفكرون الإغريق الأرض كقرص مسطح مستقر في مكانه بفعل الماء أو أعمدة أو أي تركيب ماديّ آخر. وبالرغم من انه من الواضح ان اناكسيماندر لا دراية له بالجاذبية آنذاك، إلّا أنه دعم ادعاءه بالافتراض بان الأرض هي مركز الكون متساوية البعد عن جميع الاطراف، ولا تميل ابدا للترك للأعلى وانما للأسفل وإلى الجانب وبما انه من المستحيل التحرك باتجاهين متعاكسين في الوقت ذاته، فمن الضروري ان تبقى في مكانها (أرسطو شارحا نظرية اناكسيماندر). علاوة على ذلك، فقد سمح افتراض ان الأرض معلقة بشكل حر، إلى المضي بالفكرة بان الشمس والقمر والنجوم تدور حول الأرض. وفسرت الفرضية على سبيل المثال لا الحصر، سبب غروب الشمس من الغرب وظهورها في الشرق. فلو اضفنا فكرة ان للأرض عمقا، حينها صور اناكسيماندر الأرض مخروطية الشكل يعلوها قرص منبسط هو السطح الوحيد لها. من هنا ظهرت صورة غير مسبوقة للكون.

الفراغ بين النجوم

لقد اكتشف اناكسيماندر وبشكل فاعل فكرة الفضاء، أو الكون ذا العمق عوضا عن الرؤية المحدودة بان الأرض مقنطرة. وقد دافع عن اعتقاده بالقول ان الاجرام السماوية كالشمس والقمر والنجوم كانت تبعد عن الأرض بمسافات مختلفة ويفصلها الهواء أو الفضاء، وكان يعزو هذه المسافات إلى حركة هذه الاجرام حول الأرض. إلّا أنه كانت فرضيته القائلة بان النجوم هي الأقرب إلى الأرض وبعدها يأتي القمر والشمس ابعد ما يكون عن الأرض هي فرضية خاطئة. ولو ان اناكسيماندر كان قد رسم مخططا لنظريته حول الكون لكانت قفزة نوعية في التمثيل الصوري بالرغم من الأخطاء التي تشوب التفاصيل.

الإنجازات الأخرى

لم يكن اناكسيماندر فلكيا وحسب ولكنه قدم الساعة الشمسية إلى الإغريق نقلا عن البابليين حَيثُ استخدمها لتحديد الانقلاب الشمسي والاعتدالين الربيعي والخريفي. في مجال الجغرافيا فيعتقد بأنه أول من رسم خارطة لعالم اليوم. وهذا بحد ذاته إنجاز علميّ تاريخي. في الوقت ذاته، وفي مجال البيولوجي، كان قد سبق نظرية التطور لداروين، دون تخطيط أو تمحيص، بل اعتقد ان الإنسان جاء من الكائنات الأولى التي سكنت الأرض. وكان يعتقد اناكسيماندر ان هذه الكائنات اتخذت شكل السمك الذي تشّكل لاحقا بسبب المياه المرتفعة من أثر حرارة الشمس.

فيثاغورس

581 – 497 ق.م



الخط الزمني: حوالي 525ق.م: اسر فيثاغورس على يد البابليين. حوالي 518ق.م، أسس أكاديميته الخاصة في كروتوني جنوب إيطاليا اليوم، حَيثُ اعتبره الكثيرون رئيسا لطائفة أو جماعة دينية. حوالي 500ق.م، مع ازدياد القلاقل السياسية في كروتوني، ينتقل فيثاغورس إلى ميتابونتوم.

لا نعرف الكثير عن حياة هذا الاغريقيّ الرياضيّ الفيلسوف. ومن أسباب ذلك ان الكثير من الاكتشافات الرياضية التي نسبت إلى فيثاغورس كانت بالحقيقة على يد تلامذته المريدين في مدرسته الفلسفية شبه الدينية. وكان يطلق عليهم اسم (الفيثاغوريون).

أضف إلى ذلك فان التبجيل الذي أحاط مؤسس الجماعة كان طاغيا على اتباعه وكتبة سيرته ولذا صعب التمييز بين الحقيقة والأسطورة.

الرياضيات التجريبية

من الواضح ان فيثاغورس كان يجري تجارب عملية تخص العلاقة بين الرياضيات والموسيقى. يعتقد انه كان يعلق أوزانا مختلفة بسلسلة من الخيوط أو يجري تجارب عليها بخيوط متفاوتة الأطوال ويختبر العلاقة بين النوتات الناتجة بعد نقرها مقارنة بالأوزان والخيوط المختلفة. فاكتشف بان العلاقات الرقمية البسيطة للأعداد الصحيحة (غير الكسرية) كانت تنتج بمضاعفة طول الخيط، نوتات متناغمة.

بالنهاية، مكنت ملاحظاته من تأسيس السلم الموسيقي كما نعرفه اليوم. لم يكن ذلك اكتشافا عظيما في عالم الموسيقى وحسب، ولكنها المرة الأولى التي تحسب فيها ظاهرة فيزيائية بشكل رقمي، عليه، وجد علم الفيزياء الرياضية.

كروية الأرض

ان فكرة وجود علاقة تناغمية بين المكونات المادية أخذت بيد فيثاغورس لتصوير الأرض ككرة، بالرغم من عدم توافر الأدلة العلمية الكافية لدعم رأيه. ولقد بدت فكرة فيثاغورس ومن معه بوجود علاقات رياضية متداخلة وتامة بين الكرة الأرضية التي تتحرك بدوائر كما النجوم في حركتها المشابهة

داخل الكون الكروي، أكثر واقعية ومقبولية من فكرة الأرض المخروطية ذات السطح الأوحد الأعلى لاناكسيماندر. كانت رؤيته من القوة والحضور ما حدا بالعلماء اللاحقين مثل أرسطو، للبحث وإيجاد أدلة رياضية تعزز هذا الرأي (كروية الأرض).

فيثاغورس ومدرسته

أسس فيثاغورس مدرسة في كروتوني جنوب إيطاليا. وكان من اهم أهداف تأسيسها هو اكتشاف العلاقات بين العالم المادي والرياضيات. وكان من أبرز المعتقدات الخمسة التي يؤمن بها الفيثاغوريون: الكلّ أرقام. بكلمات أخرى ان الواقع هو عبارة عن رياضيات وان جميع الأجسام المادية كالسلم الموسيقي والكرة الأرضية ورفيقاتها من الاجرام السماوية والكون عموما متعالقة رياضيا. أدت تجارب المدرسة الفيثاغورية إلى عدد من الاكتشافات ومنها: ان مجموع زوايا المثلث على اختلاف أشكاله هو ناتج جمع زاويتين قائمتين أي 180 درجة دائما. وكذلك قياس زوايا المضلعات وعلاقتها مع بعضها البعض. ويبقى اكتشاف الاعداد النسبية محط جدل في أهميته بالنسبة للاكتشافات الرياضية الأخرى. وجاء هذا الاكتشاف من محاولة تحديد الجذر التربيعي للرقم 2 حَيثُ لا ينتج رقما صحيحا. وكانت هذه الضربة الموجعة لاعتقاد فيثاغورس بالكمال الضمني في العلاقات الرياضية وقد نسب إلى بعض معاصريه محاولاته إخفاء الامر.

نظرية فيثاغورس

قد تكون نظرية فيثاغورس معروفة جيدا عند البابليين إلّا أنه أفلح في تثبيتها رياضيا: مربع الوتر لمثلث قائم الزاوية يساوي مجموع مربعي ضلعيه القائمين. أ 2 = ب 2 + ج2 حَيثُ أ الوتر وب وج الضلعان قائما الزاوية.

الإنجازات الأخرى

من السخرية ان يذكر فيثاغورس اليوم بنظريته. وهي المبادئ التي كانت معروفة قبله بآلاف السنين بينما لا تلقىٰ اكتشافاته الرياضية الأخرىٰ التي لا تقل أهمية نفس الشهرة والتداول. ومنها ابتكار السلم الموسيقي يعتمد إلىٰ اليوم وتأليف الكتاب المرجعي حول التعليمات الخاصة بالنغمات الموسيقية. ومن الواضح ان الأخير كان له التأثير الأكبر علىٰ عالم اليوم من نظرية مستعارة بمعظم اجزائها. كما وينسب لفيثاغورس انه من افترض كروية الأرض قبل كريستوفر كولومبوس بألفي عام.

أبقراط من كوس

460 - 377 ق.م



ملاحظة حول التواريخ: ماعدا حقيقة ان أبقراط كان قد ولد في كوس في اليونان حوالي منتصف القرن الخامس ق.م فان التواريخ التي عثرنا عليها، كما هو الحال مع اناكسيماندر، من الغموض والندرة حَتىٰ إنّها لا تُغني القارئ.

ان معظم ما يُنسب إلىٰ أبقراط تحتويه (مجموعة أبقراط) وهي سلسلة من ستين إلىٰ سبعين مقالة طبية كُتبت في أواخر القرن الخامس وبواكير الرابع ق.م. ومع ذلك وكما هو معروف لم يكن أبقراط هو من قام بكل هذه الكتابات وهذا هو سبب غياب تفصيلات كثيرة تدل علىٰ حياته الشخصية والكثير من إنجازاته. لقد كُتبت هذه المقالات عبر فترة زمنية امتدت لقرن

كامل وتباينت بشكل كبير في الأسلوب والطروحات، ويُعتقد انها جاءت من مكتبة المدرسة الطبية في كوس وربما تم تجميعها في بادئ الامر من قبل مؤلف هذه المجموعة. لقد تم منحه عنوان الطبيب العظيم من قبل أرسطو وعُرف اليوم (بأبي الطب). قد يساورنا الشك في الكثير من مناحي حياته ولكن من المؤكد انه ساعد في وضع الحجر الأساس لعلوم الطب وكان المؤثر الأكبر في تطوره اللاحق الذي لم يغب حَتىٰ اليوم.

المنهجية المنطقية

بالنسبة لأبقراط كان المرض والشفاء هي من الصفات الدنيوية والتي لا علاقة لها بالخرافات والشعوذة بل كان يركز بشكل كامل علىٰ الملاحظة الطبيعية ويسجل كل ما يراه ويتتبعه بالتحليل بدءًا من الأعراض التي تظهر علىٰ المصابين ولا تنتهي عند بفحص وسائل انتقال هذه الأمراض. لقد كان التشخيص الأول لأي مرض امرا أساسيا لمنهجية أبقراط في مجال الطب واعتمد مبدأ الوقاية لتلافي الظروف المستقبلية التي من الممكن أن تكون قد تسببت في هذه الأمراض أصلا. ان تطوير العلاجات البعيدة المدىٰ لم تكن ذات أهمية في نظره. فما يأتي من الطبيعة، وفق أبقراط، تشفيه الطبيعة. ولذلك كان دائما ما يشفي مرضاه بالراحة والنظام الغذائي الصحي والتمارين والنظافة الشخصية والهواء النقي هي عناصر علاجه ووقايته. فدائما ما كان يكتب ان المشي هو أعظم علاج للإنسان.

نظرية الأخلاط الأربعة

اعتبر أبقراط الجسم حاوية متكاملة فهو بكليته يتأثر بتوازن وجود المواد الطبيعية بداخله. وكان يعتقد ان هذه الأخلاط التي تؤثر في تحقيق هذا التوازن هي الدم والبلغم والصفراء والسوداء وعندما تتواجد هذه المواد بكميات متساوية سينتج جسما صحيحا أما في حالة تغلب عنصر على آخر حينها سيصاب بالعلة أو المرض. ان أفضل الطرق لحل هذه المشكلة هو القيام بنشاطات معينة أو تناول أطعمة معينة تحفز الأخلاط الأخرى وبنفس الوقت تحدّ من تغلب الأولى وبالتالي تحقق التوازن والصحة. بالرغم من ان هذه المنهجية قد تبدو غير علمية مقارنة بمعايير طب اليوم فأن فكرة أبقراط باقتران الأمراض بأسباب (أرضية) يعتبر خطوة متقدمة في زمنه. إضافة إلى ذلك فأن نظرية الأخلاط سادت لألفي سنة تلت أبقراط حَتىٰ طرقت أبواب القرن السابع عشر وفي بعض جوانبها القرن التاسع عشر. فالنقاط التي أبرزها كأسلوب عيش صحي كالنظام الغذائي والتمارين يعتبر إلى ما بعد ألفي سنة دواء جيدا. قدم أبقراط لغة تحاكي فرضياته ومنها جاءت تسميات ميلانكولك وهي زيادة اللون الأسود باللغة اليونانية وفليكماتك عند تغلب البلغم في حالة ما.

قَسَم أبقراط

من المفارقة ان أبقراط لم يكتب ابلغ إرثه بيده فأن قسم أبقراط ربما كتبه أحد تابعيه وهي مقالة قصيرة تتضمن قانون السلوك الذي يجب ان يتحلى به جميع الأطباء وكان عليهم ان يقسموا عليه بأنفسهم فهذا القسم يؤكد على عدة محاور منها المسؤوليات الأخلاقية للطبيب تجاه مرضاه والتزامه بخصوصية المريض. وكانت هذه هي المحاولة العملية لحرف أطباء ذلك الزمن من الخرافة إلى سلوك مهني واستمر حَتىٰ يومنا هذا حين يؤدي خريجو المؤسسات الأكاديمية الطبية هذا القسم.

إرث أبقراط

قبل أبقراط لم يكن هنالك ما يشير إلى وجود أي منهج علمي في الطب فكان الناس يؤمنون بان المرض هو عقاب الالهة وان التدخل الإلهي لا علاقة له بالطبيعة المُعاشة وانما يأتي مما وراء الطبيعة. ان العلاج الوحيد يأتي من الغيب والسحر ومن عمل الطلاسم ومن الشعوذة أو الممارسات الدينية. وواجه أبقراط هذا التوجه بصلابة كبيرة حَيثُ كان مقتنعا وبسبب عمره المديد بضرورة تبني منهجية عقلانية تقابل سابقتها الهستيرية وبسببه انتقل الطب إلى عصر المنطق وكان هنالك أيضًا امران كما قال أبو قراط: « العلم والرأي: فالأول يجلب المعرفة والثاني الجهل ».

ديموقراط من ابديرا

460 - 370 ق.م



ملاحظة حول التواريخ: لا يختلف ديموقراط عن مجايليه انه لم يترك ارثه العملي مكتوبا وانما وصلتنا معارفه عبر ما وثقه الإغريقيون الذين جاؤوا بعده. وقد مر بمن عارضه مثل أرسطو ومن ناصره مثل ابيقور. أما ميلاده فهو التاريخ الوحيد المعروف عنه ويتأرجح بين ظنيّ الـ 460 و490ق.م.

غالبا ما يذكر العالم جون دالتون اليوم كمكتشف للنظرية الذرية بعد اشتغاله العلمي على الموضوع في القرن التاسع عشر من أجل توضيح فكرة ان العناصر تتناهى إلى أصغر جزيء لا يقبل الانقسام. إلّا أن فرضية (الذرة) والجدل المنطقي للتوصل إليها في إطار تكوينها العالم المادي كانت متواجدة بشكل متفاوت منذ

أكثر من ألفي سنة. لكن ديموقراط كان أول من تناول الموضوع منطقيا وقدم التفسيرات الخاصة به.

النظرية الذرية

إذ كلمة الذرة atom اشتقت من الكلمة اليونانية atoma وتعني (غير قابل للانقسام). بعد الفيتين من الزمن اعترف دالتون بهذا المصطلح وأعاد إحياءه في رسالته. ولكن من الجدير بالذكر ان حَتىٰ ديموقراط لم يكن الأول في مجاله. فمعلمه ليوكيبوس وقبله اناكساغوراس، أشروا لهذه الملاحظة المنطقية حول الجسيم غير القابل للانقسام. أما ديموقراط فيحسب له توجيهه النقاش العلمي المنطقي بهذا الصدد وان الذرة هي نواة الكون ووحدة بنائه. بالرغم من ان فرضياته لم تستند إلىٰ الإثباتات العلمية كما دالتون لكنها اكتفت بالاستنتاج المنطقي لذلك. ما زال الكثير من فرضياته تتردد حَتىٰ يومنا هذا.

الذرة والوجود وما بينهما

بالنسبة لديموقراط كان هنالك امران أساسيان: الذرة والفضاء. وكان الفضاء في رأيه هو (الفراغ) اللانهائي ويضم عددا لا نهائيا من الذرات والتي بدورها جاءت بالوجود أو ما يعرف بالعالم المادي. ان الذرات والوجود كانا دائما موجودين وسيظلان كذلك لان، وحسب تعبيره، لا شيء يأتي من لا شيء. ويقول ان الذرات التي مثلت وحدة البناء والتركيب لكل ما هو موجود علىٰ الأرض والفضاء ستبقىٰ محتفظة بمواصفاتها الأساسية

وهي: الصلابة ولا يمكن اختراقها وغير مرئية وهي اللبنات التي لن تتغير ابدا.

فالأمر ببساطة ان هذه الذرات اجتمعت مع غيرها في الفراغ لتشكل أشياء مختلفة من الصخور والنباتات والحيوانات. وعندما تندثر هذه الأجسام أو تموت فان الذرات تتحرر من جديد لتجتمع بأخرىٰ وتشكل أجساما أخرىٰ. وجادل ديموقراط حول طبيعة اقتران الذرات لتشكيل الموجودات ليقول انه من المنطق أن تكون ذرات السوائل ملساء السطوح لتتحرك فوق بعضها بهذا الشكل واليسر بينما تكون سطوح ذرات المواد الصلبة مسننة وذات نتوءات تتداخل فيما بينها لتوفر الصلابة المطلوبة. وبنفس المنهجية فسر الطعم واللون. فالمواد الحلوة كانت ذراتها كبيرة ومدورة السطوح بينما الأطعمة اللاذعة كانت حادة الجوانب. أما الألوان فتعتمد علىٰ موقع الذرات في المركب حَيثُ تتباين العتمة والضوء والظلال.

ان ما يثير الدهشة في نظرية ديموقراط هو أبعاده الجانب الروحاني والديني تماما عن مساعيه لإيجاد الأجوبة. فكان يفسر الروح بانها مجموعة ذرات سريعة الحركة ومحبوسة في جسد الكائن. وتستجيب ذرات الروح لمؤثرات الذرات الداخلية والخارجية. وتنتج الحركة أحاسيس تتفاعل مع العقل (والذي بدوره تشكل أيضًا من مجموعة من الذرات) منْ أَجل إنتاج الأفكار والأحاسيس وما إلىٰ ذلك. ويمضي مفسرا بان موت الجسد يحرر ذرات الروح لاختفاء حاويتها وبالتالي تتفكك

هي الأخرىٰ في الفراغ لتعيد تشكلها بهيئات مختلفة. وبذلك قطعت تفسيراته الطريق علىٰ وجود القوىٰ الخارقة للطبيعة أو الحياة بعد الموت.

أنت كائن مسيّر

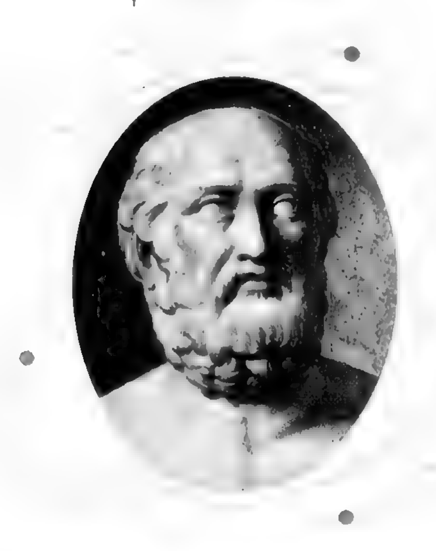
لم يكتفِ ديموقراط بفرضيته الخاصة بالأجسام وتكوينها بل تعدىٰ ذلك إلىٰ حرية التصرف والاختيار، إِذ يقول بأن جميع التصرفات البشرية تتأثر بما يتعرض له الجسم البشري من ضربات الذرات الخارجية ولا وجود لمخطط أكبر أو تصميم عظيم مسبق. فالأمر ببساطة هي عمليات التصادم والتلاحم بين الجسم والذرات: الحالة اللانهائية والمستمرة إلىٰ الابد، منتزعا الإرادة الحرة تماما من بني البشر.

الإرث الرياضي

بالرغم من ان عناصر نظريات ودراسات ديموقراط باتت تدحض بشكل مستمر من قبل العلم الحديث، إلّا أن محاولاته تبقىٰ صاحبة الريادة لتفسير الكون بقوانين فيزيائية وحسابية بسيطة. وهذه بحد ذاتها نقطة تحول في طبيعة التفكير الخاص بالمادة. وقد أصبحت فرضياته هاجس الباحثين والعلماء منذُ ذلك الحين. ينسب إلىٰ ديموقراط أيضًا اكتشاف بعض القوانين الرياضية ومنها ان حجم المخروط يساوي ثلث حجم الأسطوانة التي تساوي مساحة قاعدته وارتفاعه. كما وينطبق ذلك أيضًا علىٰ الشكل الهرمي والموشور.

أفلاطون

427 – 347 ق.م



الخط الزمني: 427ق.م: ولد أفلاطون في أو بأطراف أثينا. 399ق.م: ممتعضا، يغادر أفلاطون أثينا على خلفية إعدام سقراط. 387ق.م: يعود أفلاطون إلى أثينا ويؤسس أكاديميته الخاصة التي كانت بمثابة الحصن العلمي الخاص بالمنجزات الفكرية حَتىٰ أغلقت على يد الإمبراطور جستينيان، في 529م. وفي 389ق.م: أفلاطون يزور صقلية لأول مرة.

منْ أَجل فهم كيفية توصل أفلاطون إلىٰ قناعاته التي اثرت بشكل كبير على الفكر الغربي، علينا فهم مؤثراته الشخصية أولاً والتي شكلت تفكيره هو. ان ولادته في قلب أثينا أو أطرافها في الوقت الذي كانت تبزغ فيه كمدينة دولة، حَيثُ كانت من

أكثر المدن المتحضرة ثقافيا في العالم وقتها، كان أفلاطون مأخوذا بأفكار فيلسوف آخر، سقراط، والذي شاركه المصادفة المكانية وعاش في أثينا أيضًا. كان سقراط يحمل على نفسه تعقب تعاريف الكلمات وكيف تستخدم وسياقات الاستخدام منْ أجل الوصول إلى (الحقيقة)، وساءه الاستخدام المضلّ للمفردات والتي غالبا ما كانت تنأى عن مقاصدها الحقيقية لسوء الاستخدام وتواضع فكر المستخدم. قدم هذا الجهد فكرة ان (الواقع) يتم تشويهه بسبب وجهات نظر بشرية متعددة. وهذا الامر له ثقله عند أفلاطون في مساعيه العلمية وخاصة الميتافيزيقيا. (ما وراء الطبيعة).

تأثير سقراط

أعدم سقراط سنة 399ق.م بسبب تعمده (إفساد) عقول شباب أثينا بأفكاره الثورية. وكرد فعل على هذا الموقف شدّ أفلاطون الرحال إلى عدد من الدول مبتعدا عن أثينا لتستمر رحلته عشر سنين. خلال رحلته، التقى بأناس شكلوا مؤثرا قويا آخر على أفلاطون وهم الفيثاغوريون، ابتداء من معلمهم فيثاغورس ومدرسته في كروتون إيطاليا، التي انتهجت فكرة (الكلّ أرقام) في تعاملها مع كل شيء.

نظرية المُثُل

ان تأثير هذين العاملين على أفلاطون بالإضافة إلى عمله الدؤوب أوصلته إلى نظرية المثل ميراثه الحقيقي لعالم المعرفة والفكر

العلمي. وتضمنت النظرية ان الطبيعة من خلال العين البشرية ليست إلّا نسخة مغلوطة من الواقع أو الشكل الحقيقي: مثالا على ذلك يقول أفلاطون ان الحقيقة بالنسبة لنا هي كالشمس لسكان الكهف الذين يديرون ظهورهم مواجهين جدار الكهف العميق، ما يحسبونه حقيقة هو في الواقع ما تلقي به الشمس من ظلال. وعليه، هنالك القليل ليتعلموه من خلال مراقبتهم عن كثب. بالنسبة لأفلاطون فلطالما كان هنالك نظام حسابي دقيق يحكم الكون وما يراه الإنسان لا يتعدى ومضات عابرة وغير مكتملة منه. وغالبا ما كانت تتحكم فرضياتهم غير المنطقية وتعاليهم بان الأمور (هكذا) يجب أن تكون. بالتالي فبالنسبة لأفلاطون كما هو الحال مع الفيثاغوريين، فان النهج الناجع الوحيد والمقبول هو النهج المنطقي والرياضي الذي يسعى للتأسيس للحقائق الكونية بعيدا عن الميول البشرية. ان هذا التقدير للطريقة الرقمية القى بهيمنته على العلم الحديث. فحقق اتباعه اكتشافات بنيت على التوقعات الحسابية. مثلا: تفترض الحسابات الرياضية ان الجدول الدوري الأول لديميتري مندليف يحتم وجود عناصر غير مكتشفة وأثبتت الاكتشافات اللاحقة صحة هذا التوقع وما زال هذا النهج متبعا من قبل علماء اليوم.

الأكاديمية

لقد كانت أكاديمية أفلاطون المؤثر الملموس للتفكير العلمي والتي أسسها لدى عودته إلى أثينا في 387ق.م. ويعدها المؤرخون

الأكاديمية الأولىٰ في التاريخ الجامعة الأوروبية الأولىٰ. لقد صاحب هذا التأسيس المادي أساس علميّ يوازيه من حَيثُ تبني منهجية البحث في مجالات العلوم والفلسفة، كما وان حضور أفلاطون وتأثيره كان واضحا حَتىٰ إنّه كتب علىٰ المدخل: « لا يدخلها جاهل بعلم الهندسة ». في القرون اللاحقة عرفت الأكاديمية بمكانتها الريادية في الحساب وعلم الفلك والعلوم والفلسفة إضافة إلىٰ المجالات الأخرىٰ. لقد نجحت الأكاديمية في فرض وجودها لما يقارب ألف سنة قبل ان أمر الإمبراطور جاستينيان إغلاقها في 529 ميلادية وكان ذلك نذير هجوم الحقب المظلمة واجتياحها أوروبا.

إرث أفلاطون

يذكر أفلاطون اليوم كواحد من أعظم الفلاسفة للموروث الغربي. وقد يعد البعض ضمه إلىٰ أعظم مئة عالم امرا غير مناسب ولكن بنفس الطريقة امتد تأثير أفلاطون إلىٰ مساحات أكاديمية أخرىٰ كالتعليم والأدب والفكر السياسي وعلم الجمال والأبستمولوجيا (علم المعرفيات) وغير ذلك. وعلىٰ الرغم من المطبات التاريخية التي تحدت الإرث الفلسفي والمعرفي لأفلاطون إلّا أن ما خلص منه حافظ علىٰ قوته العلمية ومنهجيته المنطقية كشاهد بالغ علىٰ أفكاره المتفوقة والسابقة في زمنه.

أرسطو

384 – 322 ق.م



الخط الزمني: 367ق.م أرسطو يدخل مدرسة أفلاطون في أثينا. 347ق.م: ترك الأكاديمية إلىٰ ليسبوس بعد موت أفلاطون. 342ق.م: يصبح المعلم الخاص للإسكندر المقدوني الشاب. 335ق.م: يعود إلىٰ أثينا ويؤسس مدرسته الخاصة باسم (الليسية). 323ق.م: اتهم بالطغيان، (حَتىٰ لا تذنب المدينة مرتين بحق الفلسفة) فيعود إلىٰ خالكيس ويوافيه الاجل في سنته التالية:

هيمنت اعمال أرسطو في الفيزياء وعلم الكون علىٰ الفكر الغربي حَتىٰ عهد غاليلو ونيوتن، حَيثُ أثبتا عدم صحة الكثير

من فرضياته. حَيثُ انطلق من معلومة يونانية تقول بأن كل شيء تكون من أحد العناصر الأربعة: التراب والماء والهواء والنار.

العناصر الأربعة

تقبل أيضًا فرضية ان الأرض هي مركز الكون وحولها يدور القمر والشمس والنجوم وكل الكواكب الأخرىٰ بحلقات مثالية. واعتقد ان العناصر الأربعة كانت في سعي دائم للعودة إلىٰ (مكانها الطبيعي). ولذلك كانت الصخور تعود إلىٰ الأرض حال غياب ما يمنعها من ذلك. لأن: «عناصر التراب بطبيعتها الأثقل والأكثر كثافة» من الطبيعي ان تتحرك نحو الأرض قاصدة مركزها. أما العناصر المائية فستطوف حول السطح والهواء سيعلوها أما النار فستعلو الجميع، هكذا فسر تقافز الحمم للأعلىٰ. وفي تفسير أرسطو لسقوط صخرة علىٰ الأرض مرورا بالهواء بدلا من سقوطها في الأرض مباشرة، يقول ان انفصال الصخرة سيجعل الهواء يتدافع لملء الفراغ المتولد من غزو هذه الصخرة ليحملها ويفقدها سرعة حركتها الأفقية فتتدحرج إلىٰ الأرض.

العنصر الخامس

واجهت أرسطو مشكلة، فيما يخص القاعدة المعروفة بان كل شيء يعود لعنصره، حَيثُ لا تنطبق هذه الفرضية علىٰ الكون خارج الأرض، وإلّا لكانت الاجرام سعت بان تقع علىٰ الأرض

(مركزها) في مسعاها الافتراضي ذاك. منْ أَجل تفسير ذلك أضاف أرسطو عنصرا خامسًا هو (الأثير) المجبول على الحركة الدائرية. فكل ما يتعدىٰ القمر يخضع لسيطرة الأثير وقوانينه، وبذلك فسر حركة الاجرام الثابتة والمنتظمة. بينما بقيت جميع الموجودات الأخرىٰ خاضعة لقانون العناصر الأربعة، وبالرغم من بعد هذا الاحتمال للمتلقي الحالي إلّا أنه لاقىٰ رواجا وقبولا لألفي سنة تالية. وبذلك كان لهذه الفرضية أثرا كبيرا على تطور التفكير العلمي سلبا لعدم ظهور ما يفندها أو يضعها في حيز التمحيص والمساءلة. وعليه كانت قوانين أرسطو مقبولة لفترة طويلة من الزمن.

كان أرسطو أكثر دقة بتقييمه في المجالات الملموسة الأخرىٰ، فقد عزز من نظرية فيثاغورس القائلة بكروية الأرض. فكل مرة كان يراقب فيها خسوف القمر، كان يلاحظ وجود هالة مقوسة حوله. بالإضافة إلىٰ انه وخلال ترحاله كان يلاحظ بانه حين يتوجه شمالا أو جنوبا فان النجوم (تتحرك) بالأفق حَتىٰ تنحسر بعضها تدريجيا وتختفي. فاستنتج بان ذلك لا يمكن حدوثه إلّا بكروية الأرض.

بيولوجي أرسطو

اتسمت بعض الدراسات البايولوجية لأرسطو انها جانبت الصحة كإشارته بان القلب لا الدماغ هو مركز العقل. مع ذلك وبناءً علىٰ توجهه المعرفي الشامل فقد لجأ إلىٰ التشريح الدقيق

لدحض الكثير من المعتقدات الأسطورية ومنها ان الجنين يتكون لحظة الإخصاب وان جنس الجنين يحدده مكانه في رحم الام.

كان أرسطو من أوائل علماء التصنيف المنهجي للأحياء باعتماده وسيلتها في التكاثر. فقد فرق بين تلك التي تلد وتبيض وهذا هو أول نظام بني عليه التصنيف الحديث.

إرث أرسطو

على عكس معلمه ومرشده أفلاطون، آمن أرسطو بان هنالك الكثير لنتعلمه من الطبيعة. لقد طبق منهجية مراقبة الطبيعة في الكثير من جوانب العلوم منْ أَجل تعزيز أو دحض أو إضافة ما يراه صحيحا على ما هو موجود في مجالات الفيزياء والفلسفة والفلك والبيولوجي. وعلى الرغم من كونه تلميذا في أكاديمية أفلاطون لأكثر من عشرين سنة، إلّا أنهما تعارضا في مناسبات كثيرة وبمختلف المجالات العلمية. ولم تكن نظريات أرسطو اقل تأثيرا على الفكر الغربي من مثيلاتها لمعلمه.

في منطقة التفكير العلمي خاصة، كان لأرسطو تأثير أكبر حَتىٰ إنّها مع تتابع القرون أصبحت بمثابة التنزيل السماوي الذي لا يجرؤ أحد على مناقشته أو انتقاده، الأمر الذي لم يأتِ دائما بنتائج مرضية.

إقليدس

330 – 260 ق.م



الخط الزمني: بالرغم من امتلاكنا قدرا لا باس به من المعلومات حول بعض الأقدمين كما لاحظنا إلّا أن ذلك لا يصدق دائما وقد تبدو أزمنة وحيوات بعض منهم أكثر غموضا مثل إقليدس. بالرغم من شهرته الواسعة والكثير من طلبة المدارس يعرفون اسمه جيدا إلّا أننا نجهل الكثير عن حياته. فلا نعلم متىٰ وأين درس ولا تاريخ ميلاده وموته: حقا هو شخصية غامضة بامتياز!

يقال ان الملك بطليموس الأول في مصر سأل إقليدس بإمكانية التمكن من الهندسة بطريقة مباشرة عدا قراءة مجلداته الثلاثة عشر حول الموضوع فأجابه: « لا طريق ملكيّ للهندسة،

مولاي » مع ذلك فما قدمه إقليدس كان من أفخم الطرق حول الموضوع وقد كانت المرجع الأعلى لأكثر من ألفي سنة.

العناصر

كان ارث إقليدس مشهورا ومعروفا جيدا بالرغم من ذلك وكما قدمنا بقيت حياة هذا العالم الرياضي اليوناني طيّ الظن. فربما كان قد تتلمذ على يد أفلاطون في أثينا ولكنه من المؤكد انه قضى معظم حياته في الإسكندرية، حَيثُ أسس أكاديمية للرياضيات. أما حقيقة ما ينسب إليه حول البيانات والقسمة والبصريات والظواهر الطبيعية فيما لو كانت عمله الخالص أو بمساعدة طلبة مدرسته أما قوة دراساته فليست موضع نقاش. خاصة (العناصر) عمله الأشهر في الهندسة، والذي كان له الأثر الواضح على التفكير الأكاديمي الغربي. وهذا واضح من التصوير الذي يوضح ان بعد الإنجيل، يأتي كتابه (العناصر) كأكثر الكتب دراسةً وترجمةً كما وانه اعيد طبعه أكثر من أي كتاب آخر في التاريخ.

يعود ذلك لسببين: ما قاله إقليدس، وكيف قاله. والأخير هو السبب الذي أثبت هيمنته من خلال اسلوب تقديم المادة والتي القت بظلالها على أي تقديم بعدها في مجالات الرياضيات والعلوم والاديان والفلسفة على سبيل المثال لا الحصر. اتبع إقليدس اسلوبا ممنهجا في الكتابة حَيثُ فرش مجموعة من المحاور الأساسية (الحقائق) ثُمَّ يمضي ببناء النظرية حَتىٰ يصل إلىٰ ما هو

مطلوب إثباته. ان هذا البناء المعتمد على (الوحدات المنطقية) أسست لسياق إثبات المعارف وتعتبر معيارا الذلك إلى يومنا هذا.

صناعة الهندسة

ان التراكم المعرفي الذي أخرجه إقليدس في مجلداته الثلاثة عشر (العناصر)، كانت على درجة من الشمولية والإقناع حَتى إنّها لم تُساءل أو تُغيّر حين اعتمدت كمنهاج تدريسي لما يربو على الفيتين من الزمن. بالتأكيد لم تكن جميع النظريات لإقليدس، حَيثُ إنّ مسعاه الأساسي كان تجميع الهندسة والكثير من مواضيع الرياضيات في كتاب واحد. فأفكار الرياضيين اليونانيين السابقين مثل إيودوكسز وثيتيتس وفيثاغورس كانت واضحة جلية بالرغم من ان طريقة ومنهجية إقليدس كانت واضحة في إثبات نظرياتهم والكثير من عمله على أفكارهم كان أصيلا في هذه المجلدات. عالجت المجلدات الستة الأولى الهندسة المستوية حَيثُ تناولت المبادئ الأساسية في المثلثات والمربعات والدوائر وما يتعلق بها ولم يتركها دون اضافاته القيمة المعززة بالأسس الرياضية الهامة ومن بينها نظرية ايودوكسز الخاصة بالنسب. الكتب الأربعة التالية كانت تعنى بالنظرية الرقمية خاصة ما يتعلق بحقيقة ان الرقم غير المنتهي هو مجموعة من الأرقام الأولية. أما الاعمال الثلاثة الأخيرة فركزت على الهندسة المجسمة.

الفضاء غير الإقليدية

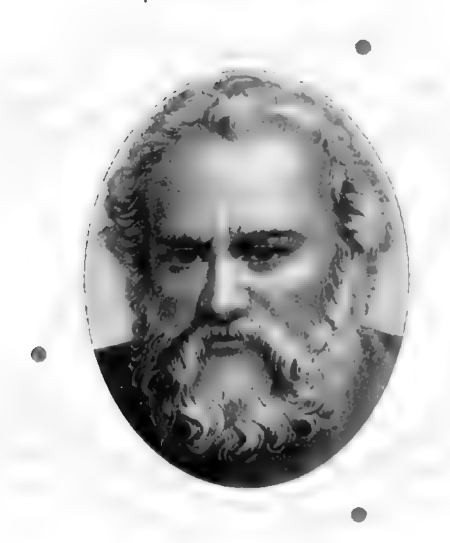
من المفارقة، ان الاخطاء التي شخصت لاحقا كانت بسبب المحاور والأسس التي ارساها إقليدس نفسه. فالمحور الأخير أصبح موضع جدل واسع وهو يتصل بمفهوم (التوازي) والقائل بأن النقطة الواقعة خارج خط مستقيم لا يمر بها إلّا مستقيم واحد لا يلتقي بالمستقيم الام مطلقا (توازي المستقيمات). لكن الرياضيّ الروماني جانوس بولياي في القرن التاسع عشر، اعاد اختبار وتفحص هذه النظرية. لقد عمد هذا الباحث إلى استكمال عمل والده منْ أَجل إثبات صحة افتراض إقليدس ليكتشف عدم صحته! لقد بدأ عهد فكري جديد تعزز بما قدمه ألبرت أينشتاين لاحقا والذي اعتقد بان هندسة الفضاءات أو المجسمة هي لا إقليدية وهو ما تم إثباته لاحقا.

إرث إقليدس

بالرغم من ان اكتشافات السنتين الأخيرتين ثبتت بانها غير اقليدية، فيما يخص الزمن والفراغ في ظروف معينة، فلا يجب التقليل من قدر واهمية منجزاته العلمية. فان بناء (العناصر) بالكيفية التي هي عليها، وأثره الكبير على الفكر الغربي وتطوره، وأن يكون هو المرجع الهندسي لهذه الفترة من الزمن، وما زال معتمدا إلى يومنا هذا في أساسيات كثيرة خاصة التطبيقية منها، هو إرث قلّ نظيره في عالم المعرفة.

أرخميدس

287 – 212 ق.م



الخط الزمني: 213ق.م: تقاوم آليات حرب أرخميدس هجوم الرومان على سرقوسة ويفتح الحصار. 212ق.م: يسيطر الرومان على سرقوسة. أرخميدس يقتل على يد جندي روماني اثناء حصار المدينة. 75ق.م: اكتشاف ضريح أرخميدس من قبل السياسي الكاتب الروماني شيشرون.

« أعطني موطئ قدمٍ ما، وسأحرك العالم » مقولة أرخميدس الشهيرة لأهالي سرقوسة. يبدو ان الواقع البشري الذي يربط جسد الإنسان بالأرض كان ما يمنعه من تحقيق مقولته، إلّا أن ذلك لم يمنع تنفيذه المصغر لمقولته العملاقة من خلال تركيبه وسيلة تحريك سفينة كبيرة بدفعة عتلة خفيفة صممت للملك

هيرو، وقتها، كانت هذه معجزة أصغر بقليل من تحريك الارض! نجح أرخميدس بعروضه المبهرة بالإضافة إلى كونه مخترعا وعالم ميكانيكا ورياضيا بان يصبح اسما ذائع الصيت ومتفوقا على اقرانه.

أرخميدس الرياضيّ

لم يكن اقرانه فقط من استفاد من اعمال أرخميدس، بل ما زالت الكثير من إنجازاته العلمية معنا اليوم. قبل كل شيء كان أرخميدس عالم رياضيات أصيل ومتميز. فهو أبرع من في المجال على مرّ التاريخ وفقا لقاموس اوكسفورد الخاص بالعلماء. كان أول من استنتج ان حجم الكرة هو 4 / 3 π نق 3. وفي موارد أخرى مثل أطروحته الموسومة (حول الكرة والاسطوانة) والتي قادته إلى الاستنتاج بان مساحة سطح الكرة هي ناتج ضرب دائرتها الأكبر في أربعة. وعلى نفس المنوال، فان حجم كرة ما يعادل ثلثي الاسطوانة المحددة لها. وتوصل إلى قيمة (بأي) الرمز الرياضي الذي تعادل قيمته 22 / 7 والذي اعتمد بشكل واسع للألف ونصف سنة التالية:

قاعدة أرخميدس

اكتشف أرخميدس أيضًا قوانين تخص (طفو) الأجسام في السوائل، وقوة الدفع للأعلى التي تساوي وزن السائل المزاح. ان حجم السائل المزاح يساوي حجم الجسم الغاطس. وتجري الرواية بان الملك هيرو ناول تاجه المصنوع حديثا إلى أرخميدس

للكشف عن درجة نقاوة الذهب فيه، لشكٍّ راوده. وبينما كان رأس أرخميدس مثقلا بالمسألة، أخذ حماما ولاحظ وقتها انه كلما دفع نفسه أعمق في الحوض، فاضت كمية مناسبة من الماء. ففكر بأن مقدار الماء المزاح نتيجة غطس التاج محط الاختبار سيكون مساويا لحجم الماء المزاح والذي بدوره سيقارن بحجم مماثل من الذهب الخالص فيظهر الفرق! ووقتها يستطيع إجابة الملك وهو على بينة من امره. عندها، قفز من الحوض ليهرول عاريا في الشارع (وجدتها، وجدتها!).

العتلات والبكرات

حقا، لقد كان عمل أرخميدس العلمي صاحب الفضل في تفوقه على اقرانه وأهداه شهرته العريضة. فمن هذه الإنجازات ان الملك هيرو تمكن من تحريك سفينة عملاقة من خلال عتلة صغيرة بمتناول يده كان أرخميدس قد أنهى بها سلسلة عتلات لنقل الحركة وتفخيمها. كان يعلم ان التجربة ستنجح لأنه كان بالفعل قد وضع أساسيات متكاملة لقانون العتلات. حسابيا، استوعب أرخميدس العلاقات الناشئة من التباين في طول العتلة وموقع نقطة الارتكاز والثقل المراد تحريكه والقوة المطلوبة لذلك. حسابيا، استطاع حساب الناتج المتوقع لأي عدد من العتلات والاثقال المطلوب تحريكها.

عليه استطاع فهم وشرح مبادئ البكرات المركبة والمرفاع والوتد والبرغي بالإضافة إلى إيجاده طرقه لتحديد مراكز جاذبية الأجسام.

أرخميدس في الحرب

ربما كانت من اهم اختراعات أرخميدس مقارنة بأقرانه، هي الآلات التي ابتكرها خلال حصار الرومان لسرقوسة خلال الحرب البونيقية الثانية. مع ذلك تمكن الرومان من الاستيلاء على المدينة أخيرا بسبب إهمال الدفاعات مما أسقط المدينة وتمكن أحد الجنود من قتل أرخميدس بينما كان منهمكا بالعمل على مخططاته الرياضية وكانت كلماته الأخيرة الشهيرة: « لا تخرّب دوائري يا صاح ».

منجزاته الأخرى

الابتكارات:

- مضخة أرخميدس التي ابتكرها منْ أَجل ضخ الماء خارج السفن ولريّ الحقول.
- مخلب أرخميدس: آلة حرب عملاقة صممت لإغراق السفن الحربية الرومانية التي حاصرت سرقوسة. وتعمل على قلب السفينة وإغراقها بعد رفع مقدمتها.

- **منظومات البكرات المركبة:** ساعدت على رفع أوزان عملاقة بجهد قليل.
- **طريقة الاستنفاد:** طريقة تكاملية في حساب مساحة الصفائح الرقيقة ثنائية الأبعاد وحجم الأجسام الصلدة ثلاثية الأبعاد.

الاكتشافات:

- كان مسؤولا عن علم توازن السوائل ودراسة إزاحة الأجسام في الماء ومبادئ الميكانيكا الساكنة وقياس كثافة المواد.
- عرف بأبي التفاضل والتكامل، حَيثُ اعتمدت فيما بعد من قبل كبلر وفيرمات ولايبنيز ونيوتن.

هيبارخوس

170 – 125 ق.م



الخط الزمني: يعد العام 134 ق.م ملاصقا لاسم هذا العالم بسبب اكتشافه نجما جديدا في برج العقرب. وكل ما وصلنا عن هيبارخوس جاء من كتابات بطليموس حول إنجازاته حَيثُ ضاعت أغلب اعماله العلمية. ولد هيبارخوس في نيقية في بثينية الواقعة في تركيا اليوم، وقد أجري الكثير من مشاهداته الفلكية فيها أضف إلى ذلك فترات المراقبة والتسجيل في رودس وبمقدار اقل في الإسكندرية.

أمضى هيبارخوس فترات زمنية ليست بالهينة في قياس موقع الأرض بالنسبة للنجوم. ومكنته نتائجه الرقمية من التوصل إلى نتائج وحسابات مهمة.

دقة الاعتدال الربيعي والخريفي (تساوي الليل والنهار)

لقد اكتشف ما يعرف اليوم بالاعتدال الربيعي أو الخريفي (تساوي الليل والنهار) من خلال مقارنة قراءاته مع قراءات تيموخاريس من الإسكندرية الذي سبقه بقرن ونصف من الزمن بالإضافة إلىٰ ما وصل إليه من معارف البابليين. ما اكتشفه هيبارخوس انه حَتىٰ مع وجود أخطاء في ملاحظات من سبقوه إلّا أنه كان من الواضح لديه بان المناسبتين (الاعتدال الربيعي والخريفي) والتي عندها يتساوىٰ طول النهار مع الليل، تحدثان في نقطة معينة وبحركة بطيئة ومستمرة للمحور من الشرق باتجاه الغرب قياسا بنجوم معينة. وحدد مقدار البدارية السنوية بمقدار 46 ثانية من القوس، وهو قريب جدا من قراءة اليوم التي تساوي 50.26 ثانية مع الأخذ بنظر الاعتبار الأدوات والمعلومات التي توفرت له آنذاك.

بعد القمر عن الأرض

من خلال ملاحظاته، استطاع هيبارخوس ان يحقق حسابات أكثر دقة فيما يخص بطول السنة بفارق ست دقائق ونصف فقط عما حددته الطرق الحديثة اليوم. وتمكن أيضًا من تحديد مدة فصول السنة وقدم توقعات لأوقات حدوث كسوف الشمس وقدم ملاحظاته حول مدار الشمس المفترض وحاول تقديم ملاحظات مماثلة حول مدار القمر الأقل انتظاما، وبالرغم من

نجاحه الجزئي في ذلك، إلّا أنه لم يفلح في تحقيق نتائج غاية في الدقة. من بين وسائله العلمية هي قياس طول وتوقيتات ظل الأرض اثناء كسوف الشمس، ومحاولات أخرىٰ لتحديد حجم الشمس والقمر وأبعادها عن الأرض. مرة أخرىٰ مع عدم الدقة، قدر هيبارخوس بعد القمر عن الأرض بمئتين وأربعين ألف ميل وهو رقم يثير الإعجاب لقربه من القياس الحديث.

المزيد من إنجازات هيبارخوس

لعل أبرز إنجاز فلكي لهيبارخوس كان رسمه واعداده لأول دليل للنجوم بالرغم من تحذير اقرانه بانه سيتهم بالفسق وارتكاب الخطيئة بفعله هذا. شغف بهذا العمل منذُ 134 ق.م بعد ان لاحظ نجما جديدا في برج العقرب، مما فتح باب التفكر لديه بمواقع النجوم وما عرف عنها إلىٰ ذلك الحين بانها ثابتة ولا تتغير. واستمر بتحديد وتثبيت مواقع 850 نجما بقية حياته. ويعتبر هذا إنجازا علميا كبيرا مقارنة بما أتيح له من أدوات معرفية. بالإضافة لذلك فقد صمم مقياسا لمعرفة حجم النجم ومقدار سطوعه. وكان من ست درجات تبدأ من الأكثر سطوعا (الدرجة 1) إلىٰ الخافتة جدا (الدرجة 6). وبالرغم من التعديلات الكثيرة التي أجريت علىٰ هذا المقياس إلّا أنه ما زال معتمدا إلىٰ اليوم.

زانيج هينج

78 - 139م



الخط الزمني: 78 بعد الميلاد: ولد زانيج هينج في نانيانغ الصين. 123: يصحح الروزنامة لتتوافق مع الفصول. 132: يبتكر أول الة لتخطيط الزلازل. 138: تحدد الة هينج زلزالا على بعد 500 كيلومترا منه.

غالبا ما ينسب للعالم الغربي الحديث الكثير من الاختراعات التي كانت قد اخترعت في الزمن القديم قبل قرون. ويعود ذلك لمجموعة من الأسباب منها عدم التفريق بين الأسطورة والحقيقة وقلة التوثيق وأشكالية تثبيت اسم ما على اكتشاف أو اختراع، وربما كان السبب ببساطة: الجهل. هذه الاعذار لا تنطبق على عمل زانيج هينج، الذي حظي بتوثيق جيد لحياته

واعماله. وقد سجلت اختراعاته قبل 1700 سنة من ابتكار أوروبا الاختراعات نفسها.

دراسة الأرض

زانيج، من سلالة الهان كان عالما موسوعيا صينيا باختصاصات مختلفة ومنها علم الفلك والحساب والأدب. بالرغم من ذلك فقد كانت أبرز إنجازاته في علم الجغرافيا وذلك بالأساس بسبب مهمة أوكلت له كمؤرخ للإمبراطور. لقد ابتليت الصين وبشكل مستمر بالهزات الأرضية وكان عليه تسجيل زمن ومكان حدوثها. وعوضا عن الاستسلام للأساطير القائلة بانها عقاب الالهة الغاضبة، واعتقد ان تطبيق منهجية علمية في استغلال المعلومات المتوفرة سيمكن الإمبراطورية من التوقع المبكر لحدوثها بالتالي الاستعداد وأخذ الحيطة للتعامل مع الامر. عند هذه النقطة، قدم للعالم أول جهاز لقياس الزلازل. واسماه (دي دونغ يي) أداة حركة الأرض.

أداة حركة الأرض

كان جهاز قياس الزلازل ضخما ويبلغ قطره مترين ومصنوع من البرونز. تتصل ثماني قطع نحاسية رقيقة بعتلة مركزية من جهة وتتصل بعدد متساو من رؤوس التنانين على محيط الدائرة. وتمثل هذه الرؤوس الاتجاهات الخمسة الرئيسية للبوصلة (الشمال والشمال الشرقي والشرق الجنوب الشرقي وهكذا...) ولكل

منها كرة نحاسية في فمها. وتحت كل تنين وضع ضفدع مفتوح الفم ومصنوع من النحاس أيضًا. عند حدوث اية هزة، تسقط الكرة من فم التنين الذي يمثل اتجاه قدوم الهزة الأرضية لتسقط في فم الضفدع الذي يعمل بمثابة المنبه للبيت الملكي بعد ان يقرع الجرس. تم العثور على قصة بهذا الخصوص حَيثُ ذكرت بانه في 138م، سقطت كرة النحاس إلى الغرب. نقل زانيج ما رآه إلى الإمبراطور ولكن، وبعد مرور يومين، لم يحدث شيء غير طبيعي. ولم يسجل الجهاز نشاطا في جهة أخرى، مما سبب حرجا كبيرا للعالم وانتابتهم الشكوك حول جدوى جهازه. أخيرا، جاءت مجموعة من الخيالة ليخبروهم بأن هزة أرضية شديدة قد حدثت على بعد 500 كيلومترا غربا وعندها تمت تبرئة العالم من الشكوك.

مراقبة النجوم

اشتهر زانيج بتركيزه الأسطوري الذي أحسن استغلاله في علم الفلك. فمن خلال ملاحظاته أكد ان القمر انما يعكس عنه ضوء الشمس وما الخسوف إلّا بسبب ظل الأرض المارّ بسطحه. لقد رسم خارطة الليل بدقة كبيرة. حَيثُ سجل وجود 2500 نجم شديد اللمعان في 124 تشكيلة (برج) وتمت تسمية 320 منها. وقد قدر وجود ما مجموعه 11520 نجما وبضمنها النجوم الصغيرة جدا. لقد كتب زانيج كتبا عدة في علم الفلك وأشهرها بعنوان: Lin Xian. وفي مؤلف آخر: Hun – I – Chu، كتب

فيه تصوراته حول الكون ومكان الأرض فيه: « السماء تشبه بيضة الدجاجة ومنحنية كقوس النشاب، والأرض تشبه صفار البيضة حَيثُ تستقر وحيدة في مركزها، السماء كبيرة والأرض صغيرة ». وعليه فقد اشترك زانيج مع من سبقه من العلماء باعتقاده ان الأرض مركز الكون بالإضافة إلىٰ كونها كروية الشكل. وقد دفعته هذه التصورات إلىٰ إنشاء أول نموذج مصغر ثلاثي الأبعاد عن الكون. وكان الجهاز مصنوعا من البرونز ويتحرك بقوة دفع الماء. وكان الجهاز يكمل دورة كاملة خلال السنة وبالتالي يبين تغير مواقع النجوم.

الإنجازات الأخرى

أخذ زانيج علىٰ عاتقه اعمالا أخرىٰ ذات أثر طويل الأمد ومنها استخلاصه لقيمة بأي وهو الرمز التقليدي المستخدم من قبل الصينيين وذي القيمة: 3.162 وهو الأقرب إلىٰ القيمة: 3.142 المعتمدة اليوم. وقد أجرىٰ الكثير من الحساب الزمني الذي صحح بنتائجه الروزنامة الصينية في 123م لتتناغم مع الفصول. وان جهاز زانيج لكشف الزلازل يعتبر من قبل العالم جهازا متفوقا في حينه وسبق زمنه. إلىٰ اليوم، لم يتمكن أحد من إعادة تصنيعه. وصنع أول عداد مسافات **mileage cart**.

ويعتبر أحد أشهر أربعة فناني عصره، وأنتج زانيج أيضًا أكثر من عشرين عملا أدبيا معروفا.

بطليموس

90 - 168م



الخط الزمني: ان كل ما هو معروف عن اعمال بطليموس، يقابله القليل جدا عن حياته. كان بطليموس من أصلا إغريقي لكنه ولد وعاش في الإسكندرية في مصر. ونادرا ما كان يغادرها وانه لأمر ساخر بالنسبة لرجل رسم خارطة العالم. وعوضا عن ذلك فقد استمد معرفته الجغرافية من البحارة والزوار الرومان.

لقد كان لأعمال كلاوديوس بطليموس في علم الفلك والجغرافية الأثر البالغ على تصورات الإنسان للعالم والكون. ومنذُ القرن الثاني للميلاد وحَتىٰ عصر النهضة. تجسدت عبقريته في قدرته على استخلاص وإيجاز النتائج والخلاصات التي جاء بها من سبقه من العلماء. ومِنْ ثَمَّ كان يعالج هذه الخلاصات أما

بإضافات جديدة أو بتدعيمها علميا ومن منظور شمولي. كانت نصوص بطليموس تتمتع بمستوىٰ من السلطة بحَيثُ لم يستطع الطلبة الجادون تحديها لأكثر من ألف سنة.

مجستي بطليموس

ان أكثر الاعمال شهرة لبطليموس هو مؤلفه الضخم الموسوم بـ (المجموعة الرياضية) المتكونة من ثلاثة عشر مجلدا، والذي اشتهر فيما بعد بالـ (**مجست**) فقد وفرت كل المعارف المقبولة والخاصة بعلم الفلك إلىٰ ذلك الحين. وقد كانت اعمال هيبارخوس خاصة تعد نقطة انطلاق بطليموس لتطوير الكثير من النظريات. وان معظم ما وصلنا اليوم من علوم هيبارخوس كانت عن طريق مؤلفات وتوثيق بطليموس. بالإضافة إلىٰ ذلك فان بداية جدله كانت بناءً علىٰ ما جاء به أرسطو بان الأرض هي مركز الكون مع حلقات تامة تحيطها من الكواكب والنجوم. بعد ذلك، سعىٰ إلىٰ إيجاد التعزيزات العلمية لهذا الادعاء من خلال الرصد الفلكي، والتوقعات الرياضية. ومن هذه السلسلة من الجهود ظهرت (منظومة بطليموس) وهي المنظومة المثبتة رياضيا لنظام الكون والتي لم يعاد النظر بها إلّا في 1543 من قبل كوبيرنيكوس.

منْ أَجل ان يقدم بطليموس شرحا وافيا لمشاهداته وملاحظاته الخاصة بالنموذج الهندسي للكون، كان عليه ان يأتي بحسابات معقدة ليصل إلىٰ إجابة مقنعة. ومن اهم ما تناوله هو حركة

النجوم والكواكب مفترضا وجود منظومة من الحلقات الكبيرة تدور حول الأرض مع ثماني حلقات تابعة لكل حلقة رئيسة. تفحص بطليموس نظريات أخرىٰ حول محاور الدوران المختلفة والتي افترضت وجود دائرة واحدة فقط للدوران مع محور يميل قليلا عن الأرض. وكان عليه توظيف هذه النظريات المعقدة لأنه لم يكن ليعلم حينها بان حركة الكواكب كانت بمسارات إهليلجيه ولم تكن بدوائر منتظمة. وعليه لم تكن حساباته دقيقة فيما يخص بعض الظواهر الحركية للكون، لكن تفسيراته وشروحاته كانت الأفضل في حينها واستمرت لقرون عديدة.

الجغرافيا

كان أثره العلمي في هذا المجال لا يقل عن سابقه، فلأول مرة، تم تقديم حسابات الطول والعرض إلىٰ العالم. مرة أخرىٰ، بنىٰ بطليموس حساباته علىٰ دراسات سابقة لهيبارخوس. وقد سمحت هذه الحسابات ان ينقل بطليموس النموذج الكروي إلىٰ مسطح ثنائي الأبعاد. ونتج عن ذلك خارطة الأرض المعروفة حينها بتقسيمات علمية وحسابية اعتمدت لفترة طويلة وذاع صيتها كالمجستي تماما. وبالرغم من وجود الكثير من الأخطاء علىٰ هذه الخارطة كموقع خط الاستواء الذي زحف إلىٰ الأعلىٰ وكذلك امتداد آسيا إلىٰ الشرق أكثر من الواقع إلّا أن فائدتها لا يمكن ان يتم تجاهلها. واهم ما يلاحظ هنا، ان الجدل آنذاك ناقش قرب آسيا من أوروبا وان التوجه كان (غربيّ) الميل مما

حدا بكولومبوس (وبناءً على فكرة كروية الأرض) للتوجه غربا للوصول إلى آسيا، وهذه الرحلة التي مكنته من اكتشاف أمريكا.

علم الفلك

من المراجع التي ما زالت مقروءة اليوم هو عمله الذي يقع في أربعة أجزاء تيترابيبلوس، وربما يعتبر هو الأساس لما عرف لاحقا بعلم الفلك. ولكنه ينتمي في الحقيقة إلى الكتب شبه العلمية، بالرغم من افتراض بطليموس إلى ان الإنسان يتأثر بالنجوم نتيجة الإشعاع.

آثار بطليموس الأخرى

كتب بطليموس في مجالات كثيرة غير التي ذكرت أعلاه. ونخص بالذكر هنا عملين مؤثرين: كتابته الأخيرة في (البصريات) والذي تعتبر من قبل الكثيرين هي الأفضل من بين نتاجاته. ففي هذا العمل، يوضح بطليموس عددا من أساسيات هذا العلم الذي عرضها عمليا بنفسه، بعد ان أرسى مبادئ الانعكاس ومِنْ ثَمَّ انكسار اشعة الضوء لدى مرورها بالماء، وقدم جداول زوايا السقوط التي من الواضح انها اُستمدت من ملاحظات شاملة للموضوع.

جالينوس من بيرغاموم

130 - 201م



الخط الزمني: 129م: ولد جالينوس في بيرغاموم (بيرغاما في تركيا اليوم). 148 – 157م: سافر وأكمل تعليمه في الإسكندرية وكورينثوس. 157م: يعين جراحا لمحاربي بيرغامومم. حوالي 161م: يصبح الطبيب الخاص للأباطرة ماركوس اوريليوس وكومودوس. 1628م: تصبح الدورة الدموية لوليام هارفي البديل الأول لما قدمه جالينوس.

يختلف جالينوس عمن سبقوه في كتابنا هذا أنه لم يختص بتخصص بعينه بل لإسهاماته الكبيرة في مجال الطب عموما. وقد لا يستدعي ذلك تضمينه هنا ولكن يجب ألّا نغفل ان عمله في المجال الطبي كانت تعتبر المرجع لما يربو على 1400 سنة لاحقة.

بلا منازع لألفية كاملة

وقد نتساءل لماذا؟ إلّا أن بعض الأدبيات تجيب ببساطة ان جالينوس كان يتعامل مع المادة الطبية بكل زواياها حَتىٰ إنّه لم يترك شيئا للتنازع عليه. النقطة الأخرىٰ التي ساهمت في شهرته هو قبول العرب والمسيح واليهود اعماله دون مساءلة مما صعب معها تحدي رصانته العلمية. الامر الآخر الذي ميز عمله، انه تضمن النتائج التي توصل إليها من خلال تجاربه بالإضافة إلىٰ اعتماده المادة المعرفية لمن سبقوه مثل أبقراط، فقد تبنىٰ جالينوس نظرية الأخلاط الأربعة للجسم البشري حال ظهورها. لذلك كله اعتمدت اعماله لفترة طويلة من الزمن.

باحثٌ تهمّه التفاصيل

وما ذكرناه لا يعني افتقار جالينوس لطرقه الخاصة والمبتكرة، فقد كان يدقق مليا المنهجية المتبعة في بحث طبيّ معين، خاصة في مجال التشريح. لقد كان للمصادفة الجغرافية الأثر البالغ في اطلاع جالينوس علىٰ ما أصاب اكابر القوم من أمراض حين كانوا يقدمون إلىٰ معبد اسكلبيوس في مدينته الام. مما أتاح له أن يكون أول من يطلع علىٰ الاعراض وعلاجاتها. بعد جولاته العلمية في (ازمير) المعروفة حينها بـ (سميرنا)، وكورينثوس والإسكندرية، والتي درس فيها الفلسفة والطب لاعتقاده بوجود علاقة وثيقة بين الدراستين، بالإضافة إلىٰ عمله الدؤوب في

تشريح الحيوانات، عاد إلى بريغاموم في 157. وهنا عيّن كجراح للمحاربين لأربع سنوات، مما جعله اليد العليا في ممارسة علم الجراحة العملي.

طبيب الأباطرة

كل ذلك كان اعدادا ممتازا لانتقاله إلى روما، وهنا قضى معظم سنواته المهنية ليصبح الطبيب المرموق للأباطرة ماركوس اوريليوس ولوسيس فيروس كومودوس وسبتيمياس سيفيراس. لم يأتي المنصب بالسمعة الرفيعة فقط بل أطلق له يد البحث المفصل والتشريح للوقوف على حقيقة الجسم البشري ومعارفه. بالتأكيد لم يسمح وقتها بتشريح الجثث الادمية ولذلك كان يعمل على الحيوانات خاصة القردة العليا التي تتشارك والإنسان بصفات مورفولوجية كثيرة. تركزت ابحاثه على وجود مركز عمليات للجسم البشري وهذه الأبحاث، مع الأسف، غلفتها السمعة الرنانة، حتى إنّ البحث العلمي المشابه توقف لمدة ألفية ونصف تالية.

اعتقد جالينوس بان الدم يصنع في الكبد، وهو مصدر الروح الطبيعية. وبدوره كان الكبد يتغذى على محتويات المعدة التي كانت تصله. لقد حملت اوردة الكبد الدم إلى أطراف الجسم وكان يتحول إلى نسيج اللحم ويستهلك. ولذلك تطلب الجسم طعاما يوميا لإنتاج الدم. كان جزء من الدم يمر عبر البطين الأيمن ثُمَّ ينضح خلال الايسر ليختلط بهواء الرئتين لتتمكن

الروح الحيوية من تنظيم حرارة الجسم وجريان الدم. ينتقل قسم من الدم إلى الدماغ عن طريق الشرايين وهنا كان يختلط بالروح الحيوانية، والتي بدورها تنتج الحركات والحواس. ان التركيبة التي تضمنت هذه الأرواح الثلاثة مسؤولة عن الجسم البشري. وهي التي ألفت بمجملها الروح البشرية. وكانت هذه النظرية السبب الأول لعدم اقتناص جالين الأجهزة كمنظومات عمل متكاملة في الإنسان ومنها جهاز الدوران. وهذه النتيجة تم التوصل إليها فقط في 1628 على يد وليام هارفي.

إرث جالينوس

بالرغم من ان استنتاجات جالينوس أثبتت خطأها إلّا أن إسهاماته التي تصل إلى 129 مجلدا كان لها ثقلها في مسيرة الإنسان المعرفية. وكانت قاعدة انطلاق أطباء عصر النهضة ليتحلوا بأدوات النقد والفحص العلمي. كان جالينوس أول من ادخل الجانب التجريبي العملي في الطب. وان معظم الأخطاء التي نسبت إليه كانت بسبب عدم إمكانه تشريح الجسم البشري لتحريمها في ذلك الوقت. وما كانت نبوءة ابيه بانه سيصبح طبيبا إلّا لأنه رأى اسكليبيوس، إله الشفاء، متجليا أمامه.



الخوارزمي

800 - 850م



الخط الزمني: حوالي 786: ولد الخوارزمي في مدينة خواريزم، حاليا خيوة، في اوزباكستان. 813م: يبدأ المأمون عهد ولايته وكان راعيا للخوارزمي. 820م: تأسيس بيت الحكمة في بغداد في عهد المأمون. 833م: وفاة المأمون.

كانت أحد اهم التطورات العلمية على مر الزمان هو تقديم الأرقام العربية للرياضيات. وغالبا ما نسبت إلى الخوارزمي، الرياضيّ والفلكي والجغرافيّ العربي، ولكن ان أردنا التمحيص أكثر وتوخي الدقة فانه لم يبتكرها من لا شيء ولم تكن هذه الأرقام محصورة من أصل شرق اوسطي.

التدوين الرقمي

ومع ذلك، فقد قدم الخوارزمي الأرقام العربية إلىٰ أوروبا، ولذلك تعتبرها ابتكارا ينسب للخوارزمي. ان هذا التدوين له جذور في الهند في حوالي سنة 500 ميلادية. ويدعىٰ نظام الترقيم هذا بالنظام العربي الهندي للأعداد، مما يدعم ادعاءنا. ان طريقة الترقيم من 0 – 9 مع امتلاكها قيمة مكانية (العدد 1 في 10 يختلف عن قيمته في 100 وهكذا) حَيثُ تتأثر قيمة العدد حسب مكانه بين الاعداد الأخرىٰ. والاهم من ذلك ترميز الصفر الذي طرأ علىٰ علم الحساب للمرة الأولىٰ، أحدث ثورة في علوم الحساب. لَولَا ذلك لكانت معظم النتائج العلمية، التي تعتبر من المسلمات المعرفية في وقتنا الحالي، مستحيلة. لقد لاحظ الخوارزمي هذه الخواص وأخذ يضيف من شروحاته الكثير لإيضاحها في مؤلفه (الحساب بالأعداد الهندية). وبعد ان ترجمت اعماله إلىٰ اللاتينية، تبنىٰ الغرب ومِنْ ثَمَّ العالم هذه الفرضيات بشكل واسع. وحَتىٰ اليوم نستطيع ان نعتبر هذا النظام العددي هو اللغة العالمية المشتركة.

بيت الحكمة

من الاعمال الأصيلة للخوارزمي والتي لا نقاش فيها هو تأليفه لأول كتاب في علم الجبر وتقديم هذه اللغة للعالم اجمع. لقد كانت رعاية المأمون لعلمه سببا رئيسيا في تطور عمله في

علم الرياضيات، فقد امتد حكمه من الهند وحَتىٰ المتوسط. لقد حرص الخليفة هارون الرشيد، والد المأمون، علىٰ تطوير العلوم المختلفة في مملكته وقد تابع المأمون في خطىٰ ابيه لينتهي بافتتاح بيت الحكمة ببغداد. لقد ضمّ بيت الحكمة مكتبة عامرة بتراجم عربية عن المعارف اليونانية بالإضافة إلىٰ المراصد الفلكية التي كانت جزءًا حيويا في هذه الأكاديمية. وقد جازىٰ محمد ابن موسىٰ الخوارزمي هذه الرعاية بإصداره: « الكتاب المختصر في حساب الجبر والمقابلة ».

الدليل العملي للحساب

في هذه الأطروحة، حاول الخوارزمي إرساء أوليات ومبادئ عملية في الحساب. ومنها ما قدمه بشكل معادلات رياضية يتمكن معها الناس من إجراء الحسابات بشكل دقيق والتي عرفت فيما بعد بالمعادلات الجبرية. لقد استخدم الخوارزمي الكلمات عوضا عن الرموز المعتمدة اليوم فمثلاً ($x^2 + 3x = 10$) لم تظهر بهذا الشكل في أطروحته. لقد ركز الخوارزمي علىٰ موضوعين مفتاحيين وهما الجبر والمقابلة في المعادلات الرياضية، فالأول يعني التخلص من القيم السالبة في المعادلة من خلال نقلها إلىٰ الجهة الثانية منها فعلىٰ سبيل المثال: $4x^2 = 54x - 2x^2$ تصبح $6x^2 = 54x$ أما المقابلة فتعني التخلص من القيم الإيجابية المتماثلة من طرفي المعادلة مثلا: $x^2 + 3x + 22 = 7x + 12$ تصبح: $x^2 + 10 = 4x$.

أبو علم الجبر

لا نستطيع الجزم بان الخوارزمي كان قد اطلع على اعمال إقليدس خاصة وان أحد زملائه في بيت الحكمة ترجم (العناصر) لإقليدس الإغريقي إلى العربية. ومن الواضح ان الخوارزمي استفاد من علوم من سبقه في مجال الرياضيات مثل دايوفانتيس وبراهماجوبتا، لكنه رسم خطا مستقلا اقترب من التعبير الحديث لجبر العناصر، اسم الفرع العلمي الذي اشتق من عنوان كتابه الشهير (حساب الجبر والمقابلة) ولذا فقد استحق عن جدارة لقب (أبو علم الجبر).

الإنجازات الأخرى

بسبب سوء نقل اللفظ الصحيح للخوارزمي في الغرب تطور الاسم إلى: (الغوريزم)، ومِنْ ثَمَّ: (اللغوريتم) وهو ما يشار إليه (اللوغاريتم) اليوم ليدل على صيغة حسابية رفيعة أخرى. ومن إنجازاته الرياضية استنتاجه لجداول الجيب والظل. لقد أجرى الكثير من الإرصاد الفلكية وكان عاشقا للاستكشاف الجغرافي. فقد قام بتوسيع عمل بطليموس لخطوط الطول والعرض وحّدث مواقع المدن بالنسبة لها، مما نتج سلسلة من الخرائط تتميز بدقة أكبر من سابقيه.

يوهان غوتينبيرغ

1400 - 1468م



الخط الزمني: 1420: انتقل يوهان من ماينز الألمانية إلى ستراسبورغ الفرنسية. 1450: العودة إلى ماينز وإنشاء مطبعة الصحف منقولة الاحرف. 1450 – 56: طبع مجموعة من الكتب وروزنامة، ورسالة عفو بابويّ. 1456: نجح بطباعة الإنجيل ذي 42 سطرا الشهير. 1465: انضم لحاشية رئيس أساقفة ماينز.

ولد يوهان غوتينبيرغ وترعرع في ماينز، المدينة الألمانية. أما عائلته فقد عرفت بتاريخها في سك النقود والعمل بالمعادن (صاغة). وكانت هذه قاعدة مثلى لينشأ متآلفا مع ما تتطلبه مهنتا النحت وصياغة الذهب. هذه الخلفية مكنته من عمل أولى قوالب الصب لأحرف الطباعة ومفارش الطباعة والتي كانت

محور إنجازه الطباعي. الطباعة بالمكعبات المحمولة يدويا، لقد خفف اختراعه الجهد الكبير الذي كان يبذل في الطباعة قبله حَيثُ كان المطبعي يحفر صفحات كاملة على قوالب الخشب ويلونها بألوان مختلفة لتنتج النسخ المطلوبة.

الطباعة المنقولة

ما حققه غوتينبيرغ هو وضع منحوتات الاحرف القابلة للتغيير في فراغات مؤقتة، والتي يعاد ترتيب محتواها حسب متطلبات الصفحة التالية وهكذا. وبذلك كانت قوالب الفراغات تلائم مساحة الكتاب ويعاد استخدامها مع كل صفحة جديدة. بالمقارنة مع طريقة الطباعة السابقة التي اعتمدت حفر كل صفحة على مقاطع خشبية لاستعمال واحد فقط، فان طريقة غوتينبيرغ الاقتصادية والسريعة نسبيا أحدثت ثورة في عالم الطباعة. وقيل ان أولى تجارب غوتينبيرغ الخاصة بصناعة الاحرف المعدنية كانت مع انتهاء 1430 وكان حينها يعيش في مدينة ستراسبورغ الفرنسية. ولم يكن قبل 1444 – 1448 ان انتهى غوتينبيرغ من إكمال المكونات الرئيسية لمطبعته المستقبلية. وقد اقترض مالا من أحد اقربائه ليبدأ بإنشاء المطبعة لدى عودته إلى ماينز. لقد كانت المطبعة مؤلفة في الأساس من جزء كان يستخدم لعصر النبيذ وهذه الضاغطة حورت لتستخدم في ضغط (press) الاحرف المحبرة على مادة الطباعة كالجلد والورق. الحبر كان قضية أيضًا، فلم تكن حينها الاحبار المطلوبة للطباعة متوفرة

أو مناسبة وبعد ان بذل جهد كبير في الاختبار توصل إلى تركيبة من زيت الكتان والسخام.

الإنجيل ذو الاثنين والأربعين سطرا

لم تصلنا أية مطبوعات تحمل اسم غوتينبيرغ أو داره الصغيرة، لكن أبكر مطبوع يعود إليه هي روزنامة طبعت في 1448. والأشهر من ذلك الثماني والأربعين نسخة اصلية من بين ما مجموعه مئتان من الإنجيل، وهي الأولى التي طبعت بالقوالب المتحركة وما زالت موجودة إلى يومنا هذا. وكانت قد عرفت بالأناجيل ذات الاثنين والأربعين سطرا بسبب ان الصفحة الواحدة استوعبت وبرشاقة هذا القدر من الاسطر المطبوعة. يعتقد ان غوتينبيرغ ومساعديه اتموا العمل في الفترة بين 1450 و1456.

في سنواته الأخيرة عاش غوتينبيرغ بضيافة رئيس اساقفة ماينز، تثمينا من الأخير لجهود غوتينبيرغ المتميزة وغير المسبوقة. من الجدير بالذكر ان هنالك من ينسب اختراع الطباعة المنقولة إلى الماني آخر يدعى لورانس جانسزونكوستر (1370 – 1440) م. ولكنه، مثل غوتينبيرغ لم تصلنا اية مطبوعات توثق جهده. ويقال انه كان يحفر المكعبات الخشبية ليبرز الاحرف ويلونها ويطبعها على الورق أو غيره ليمتع اطفاله ومنها انتبه إلى إمكانية استغلال هذه الملاحظة خاصة وانه تشرب مهنته كتاجر للمكعبات الخشبية الملونة. ومِنْ ثَمَّ طورها إلى مشروع طباعة يدوية. حتى

وان صح الامر، فإنها لا ترتقي إلىٰ حرفية غوتينبيرغ قياسا بالنسق والاحبار ونظافة عملية الطباعة.

الصينيون أيضًا كان لهم حظ وافر لنسبة الطباعة المنقولة إليهم، حَيثُ استخدموا مقاطع الخشب مطلع القرن الرابع عشر. لكن مما لا جدل عليه ان غوتينبيرغ طور طباعته بمعزل عن التجارب المماثلة التي كانت ماثلة في بقعة أخرىٰ من الأرض قبل قرن من عمله.

إرث غوتينبيرغ

ان أقرب اختراع للأرقام الهندية العربية من ناحية تأثيره علىٰ العالم العلمي كان ظهور الطباعة المنقولة. وبالرغم من انها لا تعد اكتشافا علميا بمعنىٰ الكلمة إلّا أن ظهورها ساعد في احداث ثورة طباعية في أوروبا مما أتاح للنتاج الأكاديمي فرصة تبادل المعارف بشكل واسع وأرخص. مع انتهاء القرن الخامس عشر، تمت طباعة عشرات الآلاف من الكتب والكتيبات مما هيئ الساحة لتفجير الطاقات العلمية.

ليوناردو دافنتشي

1452 - 1519م



الخط الزمني: 1469: تمهّن على يد فروكيو في فلورنسا. 1482: عمل لدى دوق ميلان. 1502: يعود لفلورنسا ليعمل لدى القيصر بورجيا كمهندسه العسكري والمعماري. 1516: رحلات إلى فرنسا بدعوة من فرانسيس الأول. 1519: توفي في كلوسلوس في فرنسا.

قد يبدو إدراج ليوناردو دافنتشي بين العلماء المؤثرين في العالم ميلا شخصيا، ولكن على اقل تقدير فان الكثير من اعماله بقيت مجهولة من قبل الناس لأنها لم تطبع واهملت لقرون بعد موته. تحلى دافنتشي بعقلية متميزة وخارقة مقارنة بعصره وحتى

في يومنا هذا. وفي الحقيقة فان العائق الذي حال دون تغييره المؤثر للعالم هو العصر الذي عاش فيه.

تتجسد عبقريته بان اختراعاته تجاوزت التقنيات الموجودة في عصره وقد تفوق على اقرانه فكريا وكانت من الدقة حتى إنّه لم يستطع أحد استيعابها غيره. فلو تمكن ليوناردو من الانتقال الزمني إلى وقت اديسون مثلا، وتمكنه من استغلال تكنولوجيا القرن التاسع عشر، فيمكننا التصور ما كان هذا الرجل ليبتكر وينبغ لتغيير العالم، ولتخطى تأثيره اديسون نفسه. ولكن لنعد إلى الواقع، كانت اختراعاته ملحوظة حتى في وقته.

رجل النهضة

ليوناردو دافنتشي أحد فناني عصر النهضة وقد منح هذه الحقبة لونها المتفرد بلوحات منها (العشاء الأخير) 1495 – 1497 (والموناليزا) 1503 – 1506 بالرغم من ان معظم وقته كان مكرسا للبحث العلمي وغالبا ما كان على حساب فنه. ان المديات العلمية التي تجاوزها ليوناردو كانت مذهلة. وقد تضمنت علم الفلك والجغرافيا وعلم الحفريات وعلم الأرض والنبات والحيوان وديناميكا الماء والهواء وعلم البصريات والتشريح. وبما يخص الأخير، فقد أجرى ليوناردو عددا من التشريحات على جثث بشرية مسروقة لإتمام تفصيلات مخططات التشريح البشري. وبعيدا عن دراساته الواسعة، قد تكون منهجية ليوناردو العلمية في التعاطي مع مادة البحث واسلوبه العلمي المبني على مراحل مدروسة،

هي اهم ما قدمه للإنسانية بعد عصور من الخرافة والتكهنات. كان يضع سؤالا مباشرا (كيف يطير الطائر؟) ثُمَّ يذهب لمراقبة مادته في محيطها الطبيعي، ويسجل الملاحظات ويكرر ذلك لتوخي الدقة قبل المضي بتثبيت مخططاته وتقديم استنتاجاته.

ديناميكا الهواء

كان يتفحص ليوناردو الطبيعة ليستخدم نتائج بحثه في اختراعات تخدم الإنسان. عمله المستمر على ديناميكا الهواء مكنه من اختراع عدد من الآلات الطائرة، والتي كان من الممكن ان تطير، ومنها الهليكوبتر البدائي الذي سبق اختراعه اللاحق بخمسمئة عام حَتىٰ إنّه صور جهاز الهبوط القابل للانسحاب اثناء الطيران للطائرة. في 1485، صمم مظلة هبوط (باراشوت) سابقا ظهورها بثلاثمئة عام. وقد أوضح القياس الصحيح ونوعية المادة المستخدمة لتهبط بسلام إلىٰ الأرض وهي تحمل جسما بثقل الإنسان. كان عالما بعمل العتلات والكوابح مما امكنه وضع التخطيطات المناسبة لعمل الرافعات.

ديناميكا الماء

قادته هذه الدراسة إلىٰ مجموعة من المخططات لتصاميم عجلات الماء والآلات التي تعمل بقوة الماء قبل قرون من اندلاع الثورة الصناعية. بالإضافة إلىٰ ذلك فقد قدم مخططات لأجهزة

قياس الرطوبة ومجموعة بدلات غوص بدائية تضمنت أنبوب هواء يصل بين الغواص وسطح الماء.

الاختراعات العسكرية

لقد حضّر دافنتشي مجموعة مخططات اثناء خدمته لدوق ميلانو للفترة (1482 – 1499) لأنواع مختلفة من الأسلحة ومنها المجانيق والمقذوفات. وحَتىٰ في هذا المجال فقد تجاوزت مخططاته عصره بأشواط ومن بين ما صممه: القنابل اليدوية والمدافع والبنادق الالية ودبابة بدائية لكن روحه المغامرة تجلت حقا في تصميمه للغواصة.

تأثير ليوناردو

لو كان هذا الكتاب حول العلماء الذين كان (بمقدورهم تغيير العالم) لكان دافنتشي علىٰ رأس القائمة، وبالرغم من حقيقة ان معظم مخططاته واعماله لم تنشر، إلّا أن منهجيته العلمية مثلت المنعطف الدقيق بين عصر الظلام والعصور الحديثة. ومنْ أَجل ان يؤمن عمله مع دوق ميلان كتب عن خبرته وانه كان بارعا في: بناء الجسور وقنوات الري وتصميم الأسلحة الحربية والهندسة المعمارية بالإضافة إلىٰ الرسم والنحت. وقد نسب إليه أيضًا اختراع أول دراجة هوائية بالرغم من دحض هذا الرأي لاحقا.

نيكولاس كوبيرنيكوس

1473 - 1543م



الخط الزمني: 1491: دخل كوبيرنيكوس جامعة كراكوف. 1510 – 14: تعميم دراسته الثورية (التعليق الصغير) commentariolus. 1543: نشر كتابه (ثورة المدارات الكونية) المتضمن خلاصة عمله، وهو على فراش الموت، ويمنع الكتاب من التداول من قبل الكنيسة الكاثوليكية ولا يفكّ عنه القيد حَتىٰ 1835.

ان الأثر الأكبر الذي من الممكن ان تفرضه نظرية دوران الكواكب حول الشمس لا الأرض علىٰ علم الفلك والعلم عموما لا يقارن بالأثر البالغ الذي تشكله لدىٰ الكنيسة. فالنظرية العلمية ضربة للدين. ان دوران الكواكب حول الأرض مناسبة

تماما للتأويلات الكنسية الكاثوليكية التي تقول بفوقية الإنسان علىٰ الكائنات الأخرىٰ وأنها تجسدت بتلك المنظومة كدليل قاطع علىٰ تفضيل الله لبني البشر. يعود هذا الافتراض إلىٰ زمن أرسطو وشرع لمنطقيته بطليموس لتباركها سلطة الكنيسة. واستمرت الكنيسة الكاثوليكية بمعارضة النموذج المبني علىٰ مركزية الشمس وحركة الكواكب التي تشكل الأرض إحداها فقط. وبقيت هذه المعارضة ناشطة لمدة ثلاثة قرون بعد ان طُبعت لأول مرة ومن المفارقة ان صاحب هذه النظرية نيكولاس كوبرنيكوس كان هو نفسه رجل كنيسة.

الرجل المؤمن

بالتأكيد كان دافع كوبرنيكوس الأول في مساءلة نموذج بطليموس المبني علىٰ مركزية الأرض للكون هو ايمانه بالدرجة الأولىٰ. فلماذا يخلق الله منظومة كبيرة بهذا التعقيد من دوائر كبيرة وصغيرة ومركز دوران متحرك منْ أَجل بيان أهمية دوران الكواكب حول الأرض ولماذا لم يكن الامر حول الشمس فيكون منطقيا وسلسا ومفهوما؟ فكانت نظرية كوبرنيكوس قد استغرقت سنين طويلة وهو يتنقل بين كراكوف وإيطاليا واستمر بتطوير نظريته لدىٰ عودته إلىٰ بولندا ليتسنم منصب الكَنَسي في كاتدرائية فراونبيرغ. لقد استخدم موقعه في الكنيسة ليطور دراساته خاصة باستغلال برج الكاتدرائية منْ أَجل تأمل ورصد تحركات النجوم بمفرده في هدوء تام.

الأرض تدور حول الشمس

مع مرور لوقت ازدادت قناعة كوبرنيكوس بفرضيته بوجود شمس ثابتة كمركز لحركة الكواكب والأرض تكمل دورتها خلال سنة كاملة. بين 1510 و1514 أكمل (التعليق الصغير) كمكاشفة خجولة لنظريته. ومنْ أَجل أن تكون نظريته مقنعة ومنطقية كان لا بُدَّ ان يضمن الأرض نفسها في هذه الحركة والتي استمر الاعتقاد لقرون طويلة بانها لا تتحرك ولكنه شرح بانها تدور حول محورها كل 24 ساعة. ان هذا الامر فسر بوضوح حركة النجوم والشمس عبر سماء الأرض وربما خشي لمكانته في الكنيسة أو سعيه للكمال ان يفصح عن أفكاره خاصة وأنها لم تنضج تماما. لم يوافق كوبرنيكوس علىٰ نشر اعماله ولكنه فضل مشاركة المقربين باستنتاجاته واراءه.

معارضة الكنيسة

استمر كوبرنيكوس في دراساته لعشرين سنة تالية واقتنع بان عمله قد اكتمل إلىٰ حد ما مع حلول 1530 ومع ذلك استمر بمعارضة أصدقائه الذين توسلوا إليه ان ينشر هذه الدراسة. لقد انتشرت الانباء حول نظرياته وحَتىٰ البابا كان يعلم بها ولكنه لم يبدِ أي انفعال ولم يتخذ أي إجراء ضده ومع ذلك لم يكن حَتىٰ 1616 حين قاطعت الكنيسة مقالته التي نُشرت أخيرا بسبب محتواها (الضال) وبالرغم من بقاء العقوبة حَتىٰ سنة 1835 إلّا أن النظرية قد لاقت قبولا واسعا قبل ذلك بكثير.

استقبال حرج

أخيرا طُبعت (ثورة المدارات الكونية) في 1543 ولكن بقدر قوة وثورية نظريات كوبرنيكوس كانت قوة الرفض من قبل الأكاديميين ويعود ذلك إلى تبنيه نظرية أرسطو بان هذه المدارات كانت بدوائر تامة ولم يتقبل العالم الأكاديمي ذلك لان يدحض الطبيعة الكونية وكما نعلم اليوم ان ذلك ليس صحيحا وكان على كوبرنيكوس ان يقدم نظامه الخاص للأفلاك الكبيرة والصغيرة إضافة إلى انظمة الحركة المعقدة التي تتلاءم مع مشاهداته وبذلك كان عليه ان ينتج شروحات تساوي بتعقيداتها تلك التي رفضها في البداية فلم يكن حَتىٰ ظهور نظرية يوهان كبلر القائلة بإهليلجيه حركة الكواكب في سنة 1609 حَتىٰ هدأ الجدل ووجدت نظريات كوبرنيكوس السلاسة والمنطقية التي غابت عن حساباته وبذلك اصبح نموذجه مع ما وفره كبلر النموذج المعتمد لحركة الكون.

رجل التناقضات

لقد نشأ كوبرنيكوس في ضل خاله لوكاس وكان أسقف اميرلاند وحصل على درجة الدكتوراه بالقانون الكَنَسي من جامعة فيرارا عام 1503. وحينها أصبح كَنَسي فراونبيرغ لقد ناضل كوبرنيكوس ليخفف النزاع بين الرياضيات وايمانه حَيثُ شكل الأخير السبب الرئيسي الذي حال دون نشره اعماله المخالفة للإنجيل حسب اعتقاده.

اندرياس فيزاليوس

1514 - 1564م



الخط الزمني: 1514: ولد في بروكسيل في بلجيكا. 1537: عين أستاذا للتشريح والجراحة في جامعة بادوا. 1543: يصدر أول أطلس طبي للتشريح يتسم بدقة عالية (تشريح الجسم البشري). 1543: انضم إلى حاشية آل هابسبورغ كطبيب خاص للإمبراطور جارلس الخامس والملك فيليب الثاني في إسبانيا. 1564: توفي حاجّا إلى الأرض المقدسة.

يتطلب الامر شجاعة فائقة لتحدي اية سلطة، ومن بينها العلمية، في كل مجالاتها. خاصة ما يعتمد دون نقاش لما يربو على 1400 سنة. والأدهى من ذلك ان هذا التحدي والتشكيك يأتي من شاب بعمر ثمانٍ وعشرين سنة فقط وقد تخرج من دراسته

للتو. هذا بالضبط ما فعله فيزاليوس، بالرغم من عدم اكتراث اقرانه بهذه البطولة. ورموه بالكذب والجنون.

تحدي جالينوس

ان السلطة العلمية التي تحداها فيزاليوس كانت للطبيب الروماني جالينوس، والذي اعتبر عمله في تشريح الجسم البشري المرجع الأعلى الذي لا نقاش فيه. لقد تبنى موقفا مغايرا عمن سبقوه، فحتى مع السماح بتشريح الجثث الادمية في القرن الرابع عشر، لأغراض التعليم والبحث، يأتي المحاضرون بقصاب أو مساعد للعمل على الجثة في الوقت الذي يقلب المحاضر في صفحات جالينوس. ان الحلقة المفقودة التي اثارت حس البحث لدى فيزاليوس، هو ان جالينوس لم يعمل ابدا على جثة ادمية لتحريمها من قبل السلطة الدينية الرومانية آنذاك. أما الأساتذة فكانت اعمال جالينوس في نظرهم لا تحتاج إلى مراجعة.

منهجية جديدة

كانت منهجية فيزاليوس مختلفة تماما، فلم يكن مقتنعا بطريقة (اليد النظيفة) للمحاضر ولأنه جاء من عائلة طبية وكانت من الرفعة بالمجال بيث انهم عملوا لدى الجهات الحاكمة في بلجيكا، فقد كان مولعا بتشريح الحيوانات منذُ الصغر. أكمل فيزاليوس دراسته الطبية في عدد من المؤسسات الرصينة في أوروبا ومنها جامعة لوفان وباريس وباداوا. وعين أستاذا للتشريح في الأخيرة

بعمر 24 عاما فقط. أصر فيزاليوس على إجراء التشريح بنفسه امام طلابه اثناء المحاضرات، وهجر الطريقة القديمة التي تستقي المعرفة من مصدر لا يعتمد غيره.

التشريح البشري

مع انتهاء 1530، كان فيزاليوس، بالرغم من تتلمذه على الطريقة التقليدية لجالينوس، قد توصل إلى عدد من الشكوك حيال المادة المعتمدة. وفي 1540، وبعد بحثه الدقيق المؤيد بعدد كبير من جثث المعدومين، توصل فيزاليوس لقناعات علمية اكيدة. وبدأ يجادل بان جالينوس اعتمد القردة العليا كأقرب نموذج تشريحي للإنسان دون ان يمس مشرطه جثة بشرية واحدة؛ نتج عن ذلك جملة من الأخطاء حَيثُ إنّ التشابه في الصفات التشريحية لم يكن ليعني تطابقها.

المطبوع النهائي

في 1543، طبع فيزاليوس تحفته العلمية (الكتب السبعة في علم تشريح الجسم البشري). كانت أول عمل اعتمد تشريح الجسم البشري بدقة، واعتمد على نتائج بعينها دون تصور أو مقارنة. كان أدق ما كتب في مجاله على الإطلاق. امتازت اعماله بالتصوير الرائق والمفهوم. كما كان منظما بشكل جيد. لقد تطلب الامر زمنا طويلا نوعا ما حَتىٰ اعتمدت اعماله العلمية بسبب العدائية التي جوبه بها لمساءلته عمل جالينوس. ومن امثلة ذلك،

ان فيزاليوس قال انه لم يجد ابدا الثغور التي ادعاها جالينوس في القلب البشري والتي تسمح بمرور الدم بين الجهتين اليمنىٰ واليسرىٰ. كانت هذه النقطة الجدلية تثير حفيظة معارضيه الذين اعتبروا السابق مقدسا. لقد أمضىٰ جالينوس بقية حياته كطبيب للطبقة الحاكمة مثل الإمبراطور جارلس الخامس لروما وفيليب الثاني لإسبانيا. ترك إسبانيا في 1564 إلىٰ بيت المقدس للحج وتوفي في طريق العودة.

الإنجازات الأخرى

بالرغم من وفاته المبكرة إلّا أن فيزاليوس خلف وراءه ارثا ضخما في علم التشريح البشري للدارسين من بعده. لم يكن إلّا بعد إصداره كتابه الشامل في التشريح، ان اعتبر التشريح والطب علمين منفصلين ومتكاملين. ان مساءلته لشروحات جالينوس كسر قدسية المراجع العلمية ومهد إلىٰ اعتماد التحقق من كل ما يطرح من نتائج في المصادر والكتب لمن يخلفه لتطوير العلوم الطبية. لقد غير جالينوس أيضًا شكل الدرس في القاعة حَيثُ يجب ان يساهم الطلبة في درس التشريح عمليا وعدم الاكتفاء بالجانب النظري فقط.

وليام جيلبارت

1603 - 1540



الخط الزمني: 1569: أكمل دراسته في جامعة كامبريدج. 1600: طبع كتابه: «المغناطيس والأجسام الممغنطة والأرض، المغناطيس الأكبر» (دي ماجنيتا) وهو أول عمل علمي إنكليزي معتبر. 1600 – 1603: عمل كعالم طبيعيات لدى الملكة اليزابيث.

لطالما اعتبر ويليام جيلبارت من أعظم العلماء الإنكليز ويتداول اسمه كأول فيزيائي للعصر الحديث. كان مجال اختصاصه المغناطيسية وعلومها وقد أحرز فيها اكتشافات مذهلة. وبالرغم من الشهرة التي جاء بها تخصصه الفريد إلّا أن أسلوبه ومنهجيته العلمية لم تكن بأقل أهمية.

أوقات خطرة

ان فترة شكسبير والملكة اليزابيث الأولى، التي عمل عندها جيلبارت كفيزيائي (1600 – 1603)، تميزت بسيادة الفكر الأسطوري وانتشار الشعوذة والخرافات والهيمنة الكنسية. اتسمت المناهج العلمية في البحث والتقييم والاستنتاج بندرتها، كما إنّ جيلبارت لم يطلع على مناهج علمية لسابقيه مثل ليوناردو دافنتشي. لقد كان مطلعا على عمل كوبرنيكوس وتقاه بنهم كبير، وهو موقف خطر للغاية إذا ما ابتعدنا بنظرنا لنرى الصورة الأكبر لأوروبا التي كان ينفذ فيها الإعدام بحق برونو وتم حبس جاليلو في مكان ثان من القارة لتبنيهما أفكارا مشابهة.

إسلوب جديد

ومع هذه الخلفية يمكننا تصور مدى تميز عمل جيلبارت بمنهجيته المعتمدة، ففي أسلوب غير مسبوق، أبعد كل ما توفر من ملحوظة أو نص لا يمكن ان يثبته بدليل علمي ملموس وكأنه يبد أمن الصفر في مجال بحثه. بالرغم من ان هذه الكلمات لا تبدو غريبة بل هي المعتادة في وقتنا الحالي إلّا أن سلطة الدين حينها جعلت من اية منهجية عقلانية وعلمية مستحيلة واقعا وتعتبرها تحديا مباشرا لسلطتها. وعليه توصل جيلبارت إلى نتائجه باستخدام (الأدوات) البحثية. وبهذه الطريقة اخرج جملة دراساته الخاصة بالمغناطيسية في كتابه الشهير (دي ماجنيتا) في 1600م

الذي اعتبر أول كتاب علمي حقيقي وفق المعايير المعتمدة. كان نتاجا لسنوات ممضّة من العمل التجريبي لاستكشاف خواص المغناطيسية وبلورة مصطلح الكهربائية. طريقته كانت في الحقيقة فك لشيفرة الخرافات التي تمكنت من عقول الناس، ومنها ان الثوم كان يقضي على دقة إبرة البوصلة، إحدى الاساطير التي سعى العالم إلى تفسيرها وكشفها.

من التجريب إلى الاستنتاج

ان ما أثبته جيلبارت من خلال عمله الحثيث وتجاربه المستمرة هو ان المغناطيس الكروي يجبر إبرة البوصلة للتأشير شمالا أو جنوبا باتجاه القطبين حسب موقعها من الكرة. كما وتتجه للأسفل باتجاه سطحها، وهذا يشبه سلوك إبرة البوصلة في الحالة العادية في العالم الاوسع. ومن هذه التجارب والملاحظات استنتج ان الكرة الأرضية عبارة عن مغناطيس كبير بشكل قضيب يمر بمركزها ليصل قطبيها السالب والموجب عند طرفيها. وهذا التركيب هو سبب (غطس) الإبرة باتجاه الأرض. وبالرغم من ان هذه النتائج بقيت رهينة الشك لعدة قرون إلّا أنها في الحقيقة الخطوة العلمية الجادة الأولى لفهم فيزياء الأرض وحتى الكون الاوسع.

القوى الخفية

ولم يتوقف جيلبارت عند هذا الحد، بل راح يوضح كيف ان الكواكب تلتزم مساراتها الكونية بسبب قوىٰ المغناطيسية. وتطرق في بحثه إلىٰ ان هذه القوىٰ الخفية هي التي تحفظ للكون توازنه. لقد اكما جاليلو ونيوتن الأبحاث العلمية في هذا المجال. وأشار أيضًا ان الغلاف الجوي للكرة الأرضية لم يكن بالسمك المتصور وان معظم المسافات بين الكواكب هي فراغ. اشتغل جيلبارت علىٰ الكهرمان أيضًا المعروف بإنتاجه للكهربائية الساكنة، واقترح وجود علاقة بين المغناطيسية والكهربائية. هذه النظرية أيضًا لم تثبت صحتها إلّا بعد قرون عديدة.

الإنجازات الأخرى

من اهم إنجازات جيلبارت التي فرضت وجودها يوما بعد آخر، هي طريقته العلمية المتبعة لتحقيق تجاربه العلمية. قدم عددا من المصطلحات أثرىٰ بها القاموس العلمي الإنكليزي: القطب المغناطيسي والقوة الكهربائية والجذب الكهربائي. وقد سميت إحدىٰ وحدات قياس الجاذبية باسمه تكريما له. وكان هو أول من نشر مصطلح الكهرباء. دحض الكثير من الخرافات الخاصة بالمغناطيسية ومنها ان الماس بمقدوره ان يمغنط الفولاذ. وقد عقب علىٰ دراسته حول المغناطيس والمغناطيسية: « ان الأرض قضيب مغناطيسي بقطبين مغناطيسيين ».

فرانسيس بيكون

1626 - 1561



الخط الزمني: 1561: ولد بيكون في لندن. 1594: يمنح درجة الماجستير من جامعة كامبريدج. 1605: وصول جيمس الأول الأسكتلندي إلى عرش إنكلترا. 1607: جيمس الأول يعين بيكون مستشارا للملك. 1613: يعيّن بمنصب المدّعي العام. 1620: يصدر كتابه (الاورجانون الجديد) المعني بتصحيح اتجاه العلم التجريبي. 1621: ينتهي مستقبله المهني بفضيحة.

ان كان جيلبارت قد نوه بلطف إلى ضرورة اعتماد المنهاج المنطقي للعلوم التجريبية، فان فرانسيس بيكون كان يصيح بأعلى صوته ملوحا بلواء العلم وعصر الاستنتاج التجريبي. وبالرغم من انه لم يكن عالما بالمعنى اليوم إلّا أنه بلور منهجية

البحث العلمي التي أحدثت انقلابا في الأسلوب البحثي وأثره البالغ إلى يومنا هذا. ومن المفارقة، انه لم يعرف شيئا عن كتاب جيلبارت، ومع ذلك فقد حثّ الأكاديميين على تقديم منهجية بحث علمية لدراساتهم.

بداية مبكرة

أثبت بيكون قابليته الأكاديمية من عمر مبكرة حين دخل جامعة ترينتي بعمر 12 سنة فقط. بعمر 23 أصبح عضوا في البرلمان المنصب الذي استحقه من خلال مرافعاته في المحاكم العليا. ويمضي في مستقبله المهني الرفيع ليكون ضمن الحاشية الملكية لجيمس الأول، حَتىٰ أصبح رئيس مجلس اللوردات في إنكلترا. وكما كان صعوده سريعا ولامعا، كذلك هو حال سقوطه، فقد حرم من ألقابه وامتيازاته بعد ان ثبت تعاطيه الرشا خلال منصبه كقاضٍ أعلى في 1621. لكنه في كلا الحالين كان بيكون يحرص على دراسته الأكاديمية في الفلسفة والعلوم. في تاريخ العلوم، فقد اشتهر لنتاجين علميين: (الارتقاء بالتعليم) في 1605 التي اشرت عدم رضاه عن المحددات والوسائل المتبعة في النظام التعليمي في وقته، وتنبأ بمستقبل ينتج اجيالا يتفوقون عمن سبقوهم بأشواط. أما كتابه الثاني (الاورجانوم الجديد) كان يشير إلى اختلافه مع السلطة الأرسطوية لاختياره نفس اسم مؤلفه الشهير (الاورجانوم: الاستنتاج المنطقي) مع تغيير الاتجاه.

انتقاد المنهجية

نص كتاب بيكون على دحض المنطق الارسطي المعتمد على القياس بمنطق علمي يعتمد فلسفة الملاحظة والتجريب ذي الخطوات المتتالية منْ أَجل التوصل إلى الحقائق (المنهج الاستقرائي). واكد ان التجربة هي سيدة الموقف وليست النظرية التي نسخّر من اجلها التجربة. بذلك أكّد بيكون ان الامر المعرفي الوحيد المقبول هو الذي يؤدي إلى نفس النتائج جراء التجارب المتكررة والمستقاة من الطبيعة، بدلا من تبني الخرافات أو النتائج التي توصل إليها الأكاديميون القدماء دون فحص أو مراجعة. وكان بطبيعة الحال ينتقد النظريات والنتاجات العلمية التي اعتمدت لآلاف السنين دون تمحيص أو تغيير. لقد حثّ بيكون الأكاديميين على تثبيت ما تم تأكيده علميا فقط. تصدرت منهجيته مرحلة (الجمع) للبيانات والمعلومات على أساس تجريبي. ومِنْ ثَمَّ تقسيمها على جداول (الحالات) من حضور وغياب ومقارنة. بالتالي يتم استبعاد ما هو غير منطقي عند تفحص أي سؤال أو مشكلة. وتتسم آليته بتثبيت الحقائق دون غيرها عبر سلسلة من الإجراءات المتتالية:

نهاية مبكرة

كان الاورجانوم الجديد جزءًا من ستة مفترضة، يوضح خلالها المنهاج العملي الجديد. والذي كان سيطلق عليه بعد اكتماله

Instauratio. لم يكتمل العمل لموت المؤلف جراء اصابته بذات الرئة. ولكنه كان قد خطط إعادة تصنيف العلوم والتأسيس لقاعدة بيانات للحقائق العلمية المؤكدة، كجزء من عمله الأكبر. وكان قد ثبت ما يشير إلى نية تقديمه الأمثلة العملية لتطبيق منهجيته العلمية من تجارب واقعية لمنهجه الاستقرائي.

الإنجازات الأخرى

حَتى بدون المادة التوضيحية التي افتقرت إليها مؤلفاته التي وصلتنا، إلّا أن تأثير منهجيته كانت بالغة على الأوساط الأكاديمية العلمية المستقبلية، خاصة القرن السابع عشر، هكذا وجدت الثورة العلمية إطارا عمليا تزدهر من خلاله. وينطبق ذلك في أحيان كثيرة اليوم.

لقد نبه بيكون مستخدمي منهجيته إلى الابتعاد عن الاوثان الأربعة: (وثن القبيلة) وهي مجموعة المعتقدات والاوهام المسلم به. (وثن الكهف) ويقصد به الإله الذاتي والانحياز الشخصي. (وثن السوق) الإرباك اللغوي واللفظي. (وثن المسرح) ويقصد بها منظومات الفلسفة الدوغماتية. وفقط حين نقوى على التخلي عن احمالنا غير المادية، نستطيع التعامل مع المادة العلمية بشكل صحيح.

غاليلو غاليلي

1642 - 1564



الخط الزمني: 1564: ولد غاليلو في بيزا في إيطاليا. 1581: يدرس الطب في بيزا ولا يكمل الدراسة. 1583: يلاحظ ان تأرجح القناديل في كاتادرائية بيزا يستغرق نفس الوقت بغض النظر عن سعة الحركة. 1586: يبتكر ميزان السوائل الساكنة لتحديد الكثافة النسبية. 1610: يصمم وينفذ تلسكوبا قابلا للطيّ. وأصدر أطروحته الفلكية المختصرة (رسول النجوم). 1632: طبع (حوار منظومتي العالم الرئيسيتين) مما أدىٰ إلىٰ إجباره من قبل الكنيسة إلىٰ ابطال ما تبناه من نظريات كوبيرنيكوس ومِنْ ثَمَّ فرض الإقامة الجبرية عليه في منزله.

خلال حياته، وخلال سجنه الذي حمله إلى حتفه، جسّد غاليلو، أكثر من أي اسم علميّ آخر، التفاؤل والصراع اللذين شكلا الثورة العلمية. كان مسؤولا عن سلسلة من الاكتشافات التي غيرت فهمنا للعالم وبشكل جذري. كان ممزقا بين مجتمع عقائدي دوغماتيّ وبين حرصه على إتمام ما بدأه من اكتشافات جذرية.

عالم رياضيات

بالرغم من انه كان من المقرر ان يدرس الطب، إلّا أنه كان مولعا بالرياضيات، وقد مثل العمود الفقري لكل اعماله العلمية اللاحقة. ولم يقتصر نبوغه في تطبيق الرياضيات في علم الميكانيكا، ليشق الطريق امام المنهجية الحديثة للفيزياء التجريبية والرياضية. كان يأخذ المسألة، يجزّؤها إلى أجزاء صغيرة، ويجرب كل جزء على حدة. مِنْ ثَمَّ يدخلها مرحلة التحليل بحَيثُ تتحول إلى سلسلة من التعبيرات الحسابية. أكثر المجالات نجاحا في تطبيقه لهذا الأسلوب كان في قوانين الحركة، خاصة وان الإيطاليين رفضوا الكثير من التفسيرات الأرسطية لظواهر فيزيائية كانت معتمدة إلى يومه. ومنها ان الأجسام الثقيلة تسقط باتجاه الأرض أسرع من الأجسام الخفيفة. من خلال تجاربه المكررة لدحرجة كرات مختلفة الأوزان على صفحة المنحدر (ويقال إسقاطها من قمة برج بيزا المائل) استنتج انها تسقط بنسب ثابتة مما مهد إلى توصله إلى نظرية التعجيل الثابت للأجسام الساقطة، والتي تم إثبات صحتها فيما بعد: في الفراغ، تزداد سرعة جميع الأجسام بانتظام

مع اقترابها من الأرض. دحض مبدئا آخر لأرسطو، يخص الحركة حَيثُ قال ان الحصىٰ المقذوفة تقع تحت تأثير قوتين في الوقت ذاته أحدها أفقية وهي ما يعرف اليوم بالعزم والثانية شاقوليه والتي تعرف اليوم بالجاذبية. كانت هذه الاكتشافات لغاليليو مهمة جدا لأسحق نيوتن في اكتشافاته اللاحقة.

البندول

من اعمال غاليليو المبكرة هي دراسة البندول وقد ألهمه تأرجح فوانيس كاتدرائية بيزا التي، وبعد تجارب كثيرة، توصل إلىٰ ان البندول يستغرق نفس الوقت للتأرجح للأمام والخلف بغض النظر عن الإزاحة. وقد كانت هه الملاحظة مهمة في اكتشاف ساعة البندول التي صممها غاليلو ونفذها إبنه بعد وفاته.

من خلال التلسكوب

غالبا ما ينسب اكتشاف التلسكوب خطأ لغاليليو. هذا غير صحيح فقد كانت هنالك الكثير من النماذج البدائية التي ابتكرها من سبقه خاصة في هولندا. وقد حصل الهولندي هانز ليبرشاي علىٰ براءة اختراع لنموذجه المطور في 1608. أما غاليلو، فقد طور تلسكوبه الخاص الذي تفوق علىٰ الأخير بأشواط بعد ان سمع بتفاصيل ابتكاره، ووظفه مباشرة لتحقيق العديد من الاكتشافات المهمة. كان غاليلو ممن يدعم اراء كوبرنيكوس للحركة الكونية، بالتالي، وبعد سلسلة من المشاهدات الدقيقة،

أصدر كتيبه (رسول النجوم) في 1610 وبذلك قدم للعالم أول دليل ملموس يدعم هذه الشروحات بالإضافة إلى اكتشافه تضاريس وجبال القمر والبقع الشمسية ومراحل شبيهة بالقمر لفينوس للمرة الأولى لاحظ أيضًا وجود كواكب باهتة وبعيدة التي دعمت نظرية كوبرنيكوس القائلة بوجود كون أوسع بكثير من ذلك الذي افترضه بطليموس. والاهم من ذلك اكتشاف ان زحل كانت له أربعة أقمار تدور حوله وهذا أيضًا كان يناقض النظرية السائدة والمنتشرة وبضمنها ما تبنته الكنيسة بان جميع الاجرام السماوية، تدور حول الأرض، مركز الكون.

غاليليو وكوبرنيكوس

لقد جذب مؤلف غاليليو: « حوار بين النظامين الرئيسيين للعالم / لبطليموس وكوبرنيكوس » والذي فيه تم نزع القداسة عن فرضيات بطليموس، انتباه الكنيسة حين طُبع في 1632. لقد هددت غاليليو بالتعذيب الذي استجاب بالتخلي عن نظام كوبرنيكوس ووضعت اعماله على القائمة السوداء من قبل الكنيسة واستمرت ممنوعة حَتىٰ 1835 مع فرض الإقامة الجبرية عليه في منزله لبقية حياته. أما اكتشافاته العلمية فقد أحدثت ثورة لم تقوَ الكنيسة علىٰ صدها وامتدت للأزمنة التالية:

يوهان كيبلر

1630 - 1571



الخط الزمني: 1600 يعمل كيبلر في براغ مع تيخو براهي الفلكي الإمبراطوري. 1601 يرث كيبلر منصب تيخو عند موته. 1609 يطبع أو ينشر (الفلك الجديد) والمتضمن قانونيه للحركة الفلكية. 1611 ينشر (انكسار الضوء dioptrics) والذي سمي كأول مؤلف حول علم البصريات الهندسي. 1619 ينشر (هارمونيكاس موندي) الذي يحوي قانونه الثالث للحركة الفلكية. في الوقت الذي لا يذكر العالم الرياضي الألماني يوهان كيبلر بقدر استذكاره لكوبرنيكوس، لكنه كان سببا رئيسيا لانتشار النظريات الفلكية البولندية. فما بدأه كوبرنيكوس باعتماد نظرية مركزية الشمس اتمه كيبلر بتدعيمها بالأدلة الحسابية لتتكامل هذه الأطروحة.

تيخو براهي

يعتبر كيبلر نفسه مدينا بعلمه ونجاحه للفلكي الشهير الذي كان معروفا في النصف الثاني من القرن السادس عشر، الدنماركي تيخو براهي. فقد اطلع براهي على إمكانيات كيبلر العلمية بعد قراءة أطروحته في جامعة توبنغن. وبعد ان أُجبر كيبلر لترك منصبه كمحاضر للرياضيات في غراس في النمسا، دعاه براهي ليصبح مساعده في براغ تحت رعاية رودولف الثاني، حاكم الإمبراطورية الرومانية المقدسة. استلم كيبلر هذا المنصب في 1600 وشكلا معا ثنائيا منتجا وجدليا عاصفا. وكان جوهر سجالهما ان براهي رفض رفضا قاطعا نظرية كوبرنيكوس للكون والتي تبناها كيبلر. فقد بلور براهي نظريته الغامضة بهذا الخصوص ولم تدم طويلا. وبالرغم من ان الزمن أثبت خطأه المتوقع إلّا أنه بقي رمزا علميا مهما لدى كيبلر حَيثُ كان بارعا في مراقبة السماء وتسجيل ملاحظاته بشكل ممتاز. عند وفاته في 1601 لم يرث كيبلر منصب براهي فقط ليصبح الرياضي الملكي لدى حاشية رودولف، لكنه أيضًا ورث نظرياته الفلكية.

مدار المريخ

حاول كيبلر حساب وشرح مدار المريخ اعتمادا على ما سجله براهي للعشرين سنة الماضية ولكن لسوء الحظ ولأنه كان يتبنى وجهة نظر كوبرنيكوس بان الكواكب تدور في دوائر تامة، ظل

الألماني يعاني لثماني سنوات لاحقة للتوصل إلى استنتاج مُرض ولم يفلح. وفي يوم ما أوقظته فكرة جهنمية بان الكواكب لا تدور في دوائر تامه وانما في دوائر إهليلجيه ذات بؤرتين. خلال لحظات، كانت الحلول الرياضية البسيطة تتوالى على فكره لشرح ما عصي على كوبرنيكوس وبطليموس عند محاولة التوصل إلى عمليات حسابية مقنعة لحركة الكواكب.

قوانين كيبلر

في 1609 نشر كيبلر استنتاجاته في (الفلك الجديد)، الذي بلور فيه قانونين ذاتي تأثير فاعل ومهم على فهمنا للكون، أما في كتابه الآخر الصادر في 1619 (هارمونيكاس موندي) أضاف قانونا مهما آخر. لقد شكلت قوانينه الثلاثة للحركة الكونية ثورة في هذا المجال. فينص قانونه الأول على ان مدار كل كوكب عبارة عن قطع ناقص تقع الشمس في إحدى بؤرتيه. أما القانون الثاني فينص على ان الخط الواصل بين أي كوكب والشمس، يقطع مساحات متساوية خلال أزمنة متساوية بغض النظر عن مواقعها. وهذه مهمة حَيثُ تقع الشمس في إحدى بؤرتي المسار الإهليلجي، مما يجعل الكوكب قريبا من الشمس في وقت ما وبعيدا عنها في آخر فيؤثر في سرعة مساره لتغطية نفس المساحة. فيسرع بقربها ويبطئ بعيدا عنها. أما القانون الثالث فينص على ان مربع الفترة المدارية (فترة اكتمال دورة حول الشمس كسنة للأرض مثلا) يتناسب مع مكعب نصف المحور الرئيسي لمداره مقاسا

بالوحدات الفلكية. من هذا القانون نتمكن من حساب مسافات الكواكب من ملاحظة مسارها. في الوقت الذي أجاب كيبلر على الأسئلة الفلكية التي بقيت غامضة لقرون طويلة، فقد مهد باستنتاجاته تلك، ان يحفز التساؤلات التي أدت إلى نظريات اسحق نيوتن في الجاذبية.

الإنجازات الأخرى

كان عمل كيبلر الكبير الآخر هو إنتاجه سلسلة من الجداول الكوكبية (جداول رودولفين) التي تطلبت جهدا كبيرا ومضنيا لإتمامها ويسرت للقرن التالي معرفة مواقع النجوم والكواكب. لقد حقق إنجازات كبيرة في علم البصريات أيضًا ومنها فرضية الاشعة الضوئية. ومن إصداراته قصة خيال علمي (الحلم - استكشاف القمر) في 1634. لقد اكتشف الإنسان نجمين بالعين المجردة منذُ القدم، أما كبلر فقد اكتشف الثالثة في 1604.



ويليام هارفي

1657 - 1578



الخط الزمني: 1609: عين هارفي طبيبا في مستشفى القديس بارثولوميو، في لندن. 1618: عين طبيبا خاصا لجيمس الأول. 1628: صدر كتابه عن (حركة القلب والدم في الحيوانات)، 1651: طبع: (مقالات علمية عن تكاثر الحيوانات)، 1661: يستخدم مارسيللو مالبيجي مجهره الخاص ليثبت صحة فرضية هارفي الخاصة بالوصلات التفاغرية anastomoses.

إذا كان يوهان كيبلر قد قدم علم الفلك للعالم من خلال إكمال عمل نيكولاس كوبيرنيكوس، والذي بدوره كان قد راجع نظريات أرسطو وكسر قداستها، فإن وليام هارفي يعتبر ندا أكيدا ولكن في مجال علم التشريح.

فما قدمه هارفي في هذا المجال، خاصة بعد المعارف التي جاد بها سابقوه كل من جالينوس وفيزاليوس، يعدّ إضافة نوعية لعلوم التشريح خاصة وان القلب لم يعد يكتفي، وفق اكتشافه، بضخ الدم فقط.

النظرية الجديدة

افترض جالينوس ان الدم يتكون بفعل الغذاء في الكبد وهو مصدر طاقة الجسم، ولذلك يتطلب الجسم طعاما مستمرا للإبقاء على حيويته. لم يكن امام هارفي، خاصة بعد الإضافات الطبية الفقيرة في هذا المجال تحديدا، إلّا أن يستثمر وجوده في خدمة الملك جيمس الأول وثُمَّ جارلس الأول، ويشتغل على الحيوانات (الملكية) لعقدين من الزمن ليدعم نظريته. بدءًا لم يقتنع هارفي ان بمقدور القلب إنتاج ما يحتاجه الجسم من الدم وفق نظرية جالينوس. ولذلك توصل هارفي إلى قناعة بان الدم لا يستهلك وانما (يدور) في الجسم. وقد أتاح له التشريح متابعة سير الدم من الاذينين إلى الأطراف بفضل قوة عضلة القلب على الضخ. أما الاوردة وعبر صماماتها أحادية الاتجاه، فهي تعيد الدم إلى القلب. لقد رفضت هذه النظرية تصورات جالينوس الخاصة بآلية عمل الجسم البشري.

طبع هارفي نتاجه العلمي الذي خلص إليه في كتاب من 720 صفحة بعنوان: « تمارين تشريحية حول حركة القلب والدم في الحيوانات » ونشر في معرض كتاب فرانكفورت في 1628. كان

بالتأكيد يحاضر في مجاله متبنيا اكتشافه العملي المدعوم بتجارب متكررة ومتواصلة منذُ 1616 لكنه تأخر في طبع الكتاب. ويشبه حال كوبيرنيكوس ربما لتطلعه إلىٰ الكمال. ولكنه في الحقيقة أيضًا تردد بسبب دحضه نظريات عالم مرجعيّ مثل جالينوس.

انقسام الآراء

وكما كان متوقعا، فمع انضمام الكثير من الأكاديميين إلىٰ صفه، إلّا أن عددا لا يستهان به من المعارضين لوحوا بالاستخفاف من أفكاره. وكانت إحدىٰ نقاط ضعف دراساته انه لم يقدم شرحا مقنعا لكيفية انتقال الدم من الشرايين إلىٰ الاوردة. وقد قدم هذه المشكلة في كتابه لتحظىٰ ببحث أكثر. حَيثُ افترض ان الانتقال يتم في نهايات شعيرية يصعب علىٰ العين البشرية التقاطها. لم يمضي وقت طويل بعد موت هارفي حَتىٰ اكتشف مارسيلو مالبيجي لـ (الشعيرات الدموية) بفضل استخدامه المجهر الذي ظهر للتو. لم يمتلك هارفي حينها هذه الوسيلة لإثبات ادعائه، حَتىٰ إنّه خسر مرضاه لما احاطه من استهزاء وتشكيك. مع اقتراب وفاته، كان قد أجاب معارضيه وقدم الشروحات التي دعمت رؤاه والتي نالت مع مرور الزمن قبولا واسعا حَتىٰ قبل الدليل الدامغ علىٰ يد مالبيجي.

التكاثر

في 1651، قدم هارفي مطبوعا ثمينا آخر ولكن هذه المرة في مجال التكاثر. عالج هارفي في كتابه: « مقالات علمية حول التكاثر في الحيوانات » عددا من الفرضيات الخاطئة واهمها (التولد الذاتي)، وكانت هذه النظرية تنطبق حينها على الثدييات أيضًا. وهو من أوضح ان الإناث تمتلك بيوضا تصل إلى حالة التكاثر بتفاعل معين مع مني الذكر. ومع انه كان من المستحيل ان يتوفر على الوسيلة التجريبية لهذا الادعاء حينها، إلّا أن فرضيته بأن البيضة هي أساس الحياة، كانت مقنعة جدا. ولم تتضح الصورة الأكبر الذي نوه إلى جزء منها إلّا بعد قرنين من التطور التقني.

تقنيات عمل جديدة

لا يتميز هارفي باكتشافاته العلمية فقط وانما بتقنيات عمله، فلم يختلف عن سابقيه ويليام غيلبيرت وبيكون، هو أيضًا أسس لطريقة علمية معتمدة في علم البيولوجي. فقد بذر ما لا ينفد أكله حَتىٰ اليوم. لقد نزع هارفي كل القصص والفرضيات التي أحاطت مائدة عمله العلمي ولا يأخذ إلّا بما تمليه عليه التجربة. وبذلك فان تكرار التجربة والتوصل إلى نفس النتائج تثبت علميتها. تم تبني هذه المنهجية بعد هارفي وتستمر إلى اليوم.

جوهان فان هيلمونت

1644 - 1579



الخط الزمني: **1579**: ولد فان هلمونت لعائلة ثرية من النبلاء في بروكسيل. 1621: تفرض الكنيسة عليه الإقامة الإجبارية في منزله. 1648: يصدر له (أصل الطب) ومجموعة من البحوث طبعها له أبنه بعد وفاته.

في الوقت الذي حققت فيه علوم الفلك والتشريح والفيزياء قفزات واسعة باتجاه المشهد الحالي، كانت الكيمياء، بمفهومها اليوم، تتعثر بخطواتها وتتأخر. قد يعود الامر إلى المصادفة أو ربما لان العلوم الأخرى كانت تتجلى وتقدم نفسها طيعة للاختبار والمراقبة، كالنجوم والحركة والجسم البشري. لذلك لم تواكب الكيمياء الثورة العلمية في باقي المجالات. بدلا من ذلك كان

على المهتمين انتظار نشر ما طبع بعد موت عالمنا جان بابتيست فان هلمونت، ليبدأ التحول.

مراقب من الدرجة الأولى

بسبب حظه الكبير انه ولد لعائلة ثرية، لم يستعبد هلمونت لدى الوظائف مدفوعة الرواتب لكنه قضى حياته الانفرادية في مختبره العلمي منكبا على تجاربه. أعاد النظر خلالها ببعض الخرافات السائدة ومنها ان الجروح تلتئم بمعالجة السلاح المسبب لها. ولكنه اصرّ، على الرغم من التعاليم الكنسية، بان العملية برمتها كانت طبيعية وبعيدة عن المعجزة. أدى هذا الموقف به إلى مواجهة الكنيسة والدخول في نزاع معها. بالتالي قضى معظم حياته في داره، تحت الإقامة الجبرية.

حجر الفلاسفة

من المعتقدات الأخرى في عالم الخيمياء التي دحضها هيلمونت هو وجود حجر الفلاسفة، والذي يهب إكسير الحياة ويحول الفلزات الرخيصة إلى ذهب. ولا ينكر فضل هذا الاعتقاد إلى التوصل إلى اكتشافات كيميائية مهمة. وقد كان لهيلمونت جولاته في هذا المجال وبعد سلسلة ممضة من التجارب، استحق فعلا ان يدعى بـ (أبو الكيمياء الحياتية). وكان هلمونت أول من اتبع منهجا حسابيا للوصول إلى النتائج. خاصة عند استخدام

كميات قياسية من المواد المجربة، واعتماده المعادلات الكيمياوية وراقب نتائجه بدقة.

الماء، الماء في كل مكان

مثلا في إحدىٰ تجاربه الشهيرة، استنبت هلمونت شجرة صفصاف لمدة خمس سنوات بمقدار قليل من التراب وماء المطر ونمت الشجرة لتصل وزن 164 رطلا. وكانت تجربته هذه لدحض نظرية العناصر الأربعة لأرسطو وما اضيف لاحقا من الأثير، ولكنه كان قد وجد ما يدعم رأيه من الأولين وهو طاليس الذي اعتقد بتفوق الماء بأهميته لأشكال الحياة علىٰ الأرض. ووجد ان التراب نقص خمس اوقيات فقط من وزنه مما جعله يعتقد بان معظم تركيب الشجرة هو من الماء. ومن المفارقة انه نسي دور ثاني أوكسيد الكاربون، الغاز الذي اكتشفه، في نمو الشجرة والذي ساعد بتكون خمسين بالمئة من الوزن النهائي.

فصل الهواء

ككيميائي، لم يغفل هلمونت وجود الغازات الأخرىٰ إلىٰ جانب: (الهواء)، ووجد ان العناصر المختلفة تطلق غازات مختلفة عند تعرضها للتسخين وميز أربعة منها. وقد اسمي الغازات (كاربونام ونوعي غاز سيلفيستر وبينغ) وهي ما تعرف اليوم بالآتي (ثاني أوكسيد الكاربون وأول أوكسيد الكاربون واوكسيد النايتروجين والميثان). في الحقيقة كان هلمونت هو

من قدم مصطلح (غاز) للعالم، وهو اللفظ الفلمنكي للكلمة اللاتينية Chaos (الفوضىٰ).

الإنجازات الأخرى

بالإضافة إلىٰ الكيمياء، أجرىٰ هلمونت دراسات علىٰ التغذية والهضم والفسلجة مع تطبيق منهجيته التي اعتمدها في معظم مشاهداته وتجاربه العلمية. إلّا أنه لم يستطع التخلي عن ولعه بالغموض الذي كان يلف عمله التجريبي، والتي فقدت الكثير من قيمتها عند النظر إليها بعين المعرفة الحاضرة. وكان هو أيضًا من قال بمبدأ: (المادة لا تفنىٰ) بعد ان لاحظ ان المعادن الذائبة في الحوامض تخفت قليلا لتعود إلىٰ الظهور بنفس الكمية عند إعادة استخلاصها ثانية. جمع ابنه مؤلفاته وابحاثه وطبعها في 1648 تحت عنوان (أصل الطب).

رينيه ديكارت

1650 - 1596



الخط الزمني: 1596: ولد ديكارت في لاهاي، مانش، فرنسا. 1616: تخرج من كلية القانون في جامعة بوليتيه. 10 تشرين الثاني 1619: يبدأ ببلورة مبادئه التي شكلت عمله القادم. 1637: طبع: (المقال عن المنهج). 1641: طبع (تأملات على الفلسفة الأولى).

وصف رينيه ديكارت كأول رياضيّ وفيلسوف حديث. وبالتأكيد فان منهجيته أحدثت ثورة بسبب نظامها ومنطقيتها التي رفدت الأوساط العلمية بوسيلة معرفية ممتازة أثرت على بلورة الفلسفة للقرون المقبلة. ومن منظور هذا الكتاب، فقد فتحت افاقا واسعة للرياضيات والعلوم.

لقد تخرج ديكارت من كلية القانون وخدم في الصفوف العسكرية قبل انتقاله إلىٰ هولندا في 1628، وكانت ارض نتاجه المميز. في 1649 استلم منصب المعلم الخاص لكريستينا ملكة السويد. وحَيثُ إنّه كان معتادا طيلة حياته علىٰ النوم المتأخر ولا يفارق فراشه الدافئ بسهولة، ودائما ما كان يقول انها سبب أفكاره القيمة! لكنه استسلم لمناخ السويد القاسي وتوفي أثر اصابته بالسل الرئوي في غضون أشهر قليلة.

تجليات الفلسفة

قبل ثلاثين عاما من وفاته، وتحديدا في ليلة العاشر من تشرين الثاني 1619، وضمن الحملة العسكرية علىٰ نهر الدانوب، تغيرت حياة ديكارت إلىٰ الابد وبدأت رحلته الحقيقية. وقال انه سبق وان انتابته أحلام عديدة حول ذلك اليوم الذي تشكلت حوله حياته لاحقا. واقل ما يقال عن مسعاه الجديد انه كان يهدف إلىٰ إيجاد نظرية المعرفة التي تنضوي تحتها كل العلوم الأخرىٰ. وأخذ يركّب هذا التصور بمنظومة ممكنة الاستخدام كأداة لتحقيق مسعاه. وجد ديكارت نفسه علىٰ عتبة كل العلوم التي وصلت عصره وهو يقابلها بأداة التحقق من مصادرها مما أدىٰ به إلىٰ التشكيك بالكثير مما كان معتمدا كمادة علمية في وقته. لقد صمم ديكارت علىٰ رفض اية معلومة قابلة للمساءلة وإعادة النظر وقبول الحقائق الخالصة فقط. كتب ديكارت عن هذه التجربة وعرضها في كتابه الصادر في 1641: (تأملات في

الفلسفة الأولىٰ) ويدور الكتاب حول محور مقولته الشهيرة: أنا أفكر، إذا أنا موجود. ومنها انطلقت كل معتقداته الاكيدة بعد اتباع منهجية منظمة ومفصلة للتحليل العقلي. في نهاية المطاف، وجد ديكارت نفسه منفصلا بمنهجيته الميكانيكية في تفسير عالم الطبيعة. لقد عزز نظريته بكتابه اللاحق (مبادئ الفلسفة) في محاولة لتفسير الكون وفق ما استخلصه من حقائق علمية رصينة ودامغة. وبالرغم من الدقة التي خلصت إليها استنتاجاته في الكثير من الموارد، إلّا أن طريقته ظلت مؤثرة بشكل واضح حَتىٰ بعد ظهور نيوتن ونظرياته الأكثر إقناعا في شروحاتها، لاحقا في القرن نفسه. اعتبر ديكارت الإنسان مساويا للمادة من ناحية فعل القوىٰ الميكانيكية وتأثيرها عليها. أما عقل الإنسان فقد اعتبره كيانا منفصلا تماما.

القوانين الحسابية المؤكدة

اعتمد ديكارت بشكل أساسي علىٰ القوانين الرياضية في تفسيره للمظاهر الكونية. ومن هنا جاءت سمعته وارثه العلمي الكبير في الرياضيات والعلوم. وفي 1637 وفي ملحق لمقالته: (الهندسة) أوضح فيها ديكارت كيفية تعيين نقطة بعينها في الكون الشاسع. وهنا ابتكر لأول مرة الاحداثيات (الديكارتية) من خلال تعيين نقطة وفق تقاطع الاحداثيات (س) و(ص) في سطح ما وإضافة البعد الثالث للفراغ للإشارة إلىٰ محور العمق. أدىٰ ذلك إلىٰ تطور التمثيل البياني ورسم المنحنيات العلمية الناتجة

من المعادلات الجبرية باستخدام الاحداثيات المختلفة للمادة المصورة بيانيا أو ما إلى ذلك.

ان جمع الهندسة والجبر سابقة علمية ثورية مكنت العلماء على اقل تقدير، من التنبؤ بسلوك ايّ جسم في الفضاء بعد معرفة خصائصه الفيزيائية والحركية. ان شرحه الرياضي للكون هو أساس ادعائه: أعطني مادة، وحركة، وسأبني الكون.

الـ (أنا أفكر)

قد يكون شعار ديكارت: « انا أفكر، إذًا انا موجود » متأتٍ من تجربة عقلية كان فحواها ان يفحص بعين التشكيك كل معتقداته ليكتشف ما يؤخذ به منطقيا من عدمه. وقد ذكر إلى ان ذلك قد يعود لدفع الشيطان به إلى هذه الدوامة (وفي نسخة محدثة، ما رأيناه في فلم الماتريكس، الذي بني على إفادات عالِم شرير)، فالشيطان لا يستطيع خداعه إن لم يكن موجودا، وحَيثُ إنّه شكك بوجود الشيطان كان دليلا أكيدا على وجوده هو.

بليز باسكال

1662 - 1623



الخط الزمني: 1642 – 44: يبتكر باسكال أول الة حاسبة لمساعدة والده وكانت بالحقيقة أول حاسبة رقمية. 1647: من على قمة بوي دي دوم، يثبت ان ضغط الهواء يقل كلما ازداد الارتفاع. 1655: يترك دراساته وينضم دير الجماعة الجانيسية في بورت رويال. 1670: برهان باسكال.

ربما كانت إحدى اهم المزايا التي تغيب عادة عنا، هو ان الطفل الموهوب يستنفد عبقريته مبكرا. وهذا ما حصل مع باسكال الطفل الموهوب الذي فارق الحياة بعمر التاسعة والثلاثين فقط لصحته المعتلة. ما زالت إسهامات الفرنسي بليز

باسكال شاخصة في الرياضيات والعلوم الأخرىٰ بالرغم من تخليه عنها لينقطع إلىٰ التعبد في 1655.

قياس الضغط

خلال العشرينيات من عمره، أجري باسكال سلسلة من التجارب الخاصة بقياس الضغط بسبب اطلاعه علىٰ نظرية العالم الإيطالي الذي سبقه، ايفانجيليستا تورتشيللي (1608 – 47)، والذي نبه إلىٰ تناقص الضغط الجوي مع زيادة الارتفاع. وشرع باسكال بالتحقق من دقة النظرية باستخدام الباروميتر الزئبقي. أجرىٰ القياسات الأولية في باريس ثُمَّ عاد التجربة من خلال قياس الضغط علىٰ قمة بوي دي دوم (ارتفاع 1200 مترا) في 1646، وأثبت صحة فرضية تورشيلي بما لا يقبل الشك.

قوانين باسكال

ان دراسته التجريبية في هذا المجال أدىٰ إلىٰ التوصل إلىٰ قانون باسكال للضغط الجوي. وينص القانون علىٰ ان قوة الضغط تتوزع بالتساوي علىٰ انحاء السائل المغلق. وجاءت النظرية بمنظومة الهيدروليك التي ترجمت إلىٰ اختراعات عملية ومفيدة، ومنها مبدأ عمل كابح السيارات وأيضًا الرافعة التي بتسليط قوة صغيرة تتمكن من رفع قوة أكبر بكثير. ومن الممكن التوصل إلىٰ توازن القوىٰ هذه من خلال العزم الدائري لذراع اطول. واستكمالا لابتكاراته قدم باسكال (السرنجة) والمكبس الهيدروليكي.

الطفل النابغة

بالرغم من أهمية كل ما ذكر أعلاه إلّا أن باسكال عرف أكثر في مجال الرياضيات، والتي كانت سبب اكتشاف نبوغه مبكرا. كان باسكال قد توصل إلى عدد من نظريات إقليدس بشكل مستقل تماما عند الحادية عشرة من عمره. بعدها وقع بيده كتاب (العناصر) الذي استوعبه بشكل كامل وتمكن من ادواته المعرفية عند الثانية عشرة فقط. كان يصدر دراسات رياضية بعمر السادسة عشرة فقط، الذي رفض ديكارت، معاصره، ان يصدق انها لهذا الصبي الموهوب. في 1642، وكان عندها في التاسعة عشرة فقط، شرع بالعمل على إنتاج الة حاسبة تتمكن من إجراء عمليات الجمع والطرح، وقد أكمل أول الة تتمكن من إجراء هذه العمليات الحسابية لأول مرة في 1644. قدمها هدية لأبيه لتعينه في اعماله.

نظرية الاحتمالية

في أواخر حياته القصيرة، في 1654، شارك باسكال في إنتاج نظرية رياضية ترددها الأجيال القادمة في الدوائر العلمية. بنيت النظرية بناءً على طلب من مقامر نهم، نبيل دي ماري، لحساب فرص نجاحه في مقامرته المستمرة. واستطاع باسكال مع الرياضي الفرنسي الآخر بيير دي فيرمات، من تطوير نظرية الاحتمالية وباستخدام مثلث باسكال الشهير كوسيلة لتحقيقها. بالرغم

من انها قلبت موازين عالم المقامرة، إلّا أن أهميتها في المجالات الحياتية الأخرىٰ كانت جلية وواضحة بدءًا من تطبيقات علم الإحصاء وليس انتهاء بالفيزياء النظرية.

ان الوحدة العالمية المعروفة بـ (باسكال) ولغة باسكال للبرمجة في الكومبيوتر سميت تخليدا لهذا العالم. بسبب جهوده المبكرة في ابتكار النظام الحسابي لآلته الحاسبة الأولىٰ وما زالت سبع من هذه الآلات المنتجة في 1649، موجودة في يومنا هذا.

برهان باسكال

ككثير من مجايليه لم يفصل باسكال العلوم عن الفلسفة، وفي كتابه pensees يطبق نظرية الاحتمالية علىٰ الجدلية الازلية الخاصة بوجود الله. فبغياب الدليل القاطع والملموس الذي يختفي عنده الاعتقاد بوجود الله من عدمه، وفق قول باسكال، فان المرء الرشيد سيقبل بوجوده، فأن صحّ فاز بها وعد وان لم يصح فلم يخسر شيئا. رهان يدعو للاهتمام وان كان لا يخلو من السخرية.

روبرت بويل

1691 - 1627



الخط الزمني: 1638 يكمل بويل دراسته في جنيف بعد تخرجه من كلية التون. 1644: يتقاعد من العمل للتفرغ لدراساته الخاصة في دورسيه. 1654: ينتقل إلىٰ اوكسفورد ليلتقي بصديقه المستقبلي (روبيرت هوك). 1659: يقوم بويل وهوك بتجارب التفريغ الهوائي. 1662: يبلور قانونه الشهير باسم قانون بويل.

ولد روبيرت بويل في إيرلندا اليوم، ليحتل التسلسل الرابع عشر من مجموع أولاد اغنىٰ رجل في ارض كانت تعد جزءًا من بريطانيا العظمىٰ آنذاك. ولقد استفاد بويل من كل الإمكانيات المتوفرة لطبقة الأرستوقراطيين في مجال التعلم. فقد تلقىٰ تعليمه في ايتون قبل ان ينتقل إلىٰ التعليم الخاص واستمرت رحلة اكتساب

المعرفة خلال تجواله في أوروبا للفترة من 1639 – 1644. بالنهاية عاد إلى ملكه الصرف الذي ورثه في دورسيه، إنكلترا، مبتعدا عن مناكفات ومآسي الحرب الاهلية المحتدمة آنذاك. من هنا بدأت دراساته العلمية. في 1656، انتقل إلى اوكسفورد ومع الفيلسوف جون لوك والمعماري كريستوفير رين لتأسيس نادي الفلسفة التجريبي فالتقى أيضًا بروبرت هوك. أصبح هوك مساعده فيما بعد واثمرت هذه الشراكة عن اكتشافات بويل التي اشتهر بها وذاع صيته.

قانون بويل

من بين اهم القوانين التي توصل إليها بويل هو الذي حمل اسمه، وقد اكتشف منفصلا عن القانون المشابه له للعالم الفرنسي ادمييه ماريوت. ووجد القانون علاقة مباشرة بين ضغط الهواء وحجم الغاز. اعتمد بويل مادة الزئبق لحصر الهواء في انبوبة بشكل حرف (ل) واستطاع ان يختبر التأثيرات الحاصلة على الحجم داخل الانبوبة بإضافة المزيد من الزئبق. وهذا ما توصل إليه: أن حجم كمية محددة من الغاز يتناسب عكسيًا مع الضغط الواقع عليه عند ثبوت درجة حرارته. حَيثُ لاحظ انه عند مضاعفة كتلة الزئبق (بالحقيقة مضاعفة الضغط المسلط على الغاز) كان حجم الغاز يصل النصف وهكذا كان يقل حجم الغاز بنفس نسبة زيادة الضغط المسلط عليه (هنا الكتلة).

مفرغة الهواء

تكللت سلسلة من التجارب الخاصة بالهواء وتأثيراته بالتوصل إلىٰ صنع المضخة المعتمدة علىٰ تفريغ الهواء. وانطلقت هذه التجارب بعد انتقال بويل إلىٰ جامعة اوكسفورد بقليل. وأخذت التجارب تتقدم بسرعة بعد بناء روبيرت هوك مضخة التفريغ بناءً علىٰ طلب بويل. وكانت أفضل مضخات التفريغ إلىٰ يومنا هذا وقد جربها علىٰ الاجراس والشموع والحيوانات متوصلا إلىٰ عدد من الاستنتاجات المهمة. وجد ان الصوت لا ينتقل في وسط خال من الهواء، واحتاج إلىٰ الهواء لينتقل فيه. وكان الهواء مطلوبا للتنفس والاشتعال. بالإضافة إلىٰ استنتاجه إلىٰ ان الهواء لا يستهلك كله خلال عمليتي التنفس والاحتراق. إضافة إلىٰ ذلك فقد أكد نظرية جاليلو بان الأجسام تسقط بسرعة واحدة في الفراغ.

الكيميائيّ الشكّاك

في 1661، نشر بويل كتابه الذي حمل عنوان (الكيميائي الشكاك) منتقدا التقاليد الأرسطية القائلة بان الأرض تتكون من العناصر الأربعة (الهواء والماء والنار والتراب) بالإضافة إلىٰ الأثير في الفضاء الاوسع. عبد الكتاب الطريق امام الاكتشاف اللاحق والمتزايد للعناصر. وبالرغم من انه لم يصف العناصر كما نعرفها اليوم، لكنه اعتقد بان المادة تتكون من وحدات بسيطة وتامة وغير مختلطة والتي ترتبط مع عناصر أخرىٰ لتكون مجموعة

لا تنتهي من المواد. وكان هذا الافتراض تعزيزا مبكرا للنظرية الذرية حَيثُ اعتقد بان هنالك كبسولات صغيرة كوحدات بناء لهذا الافتراض. وبالرغم من ان ذلك الشرح لا يتناسب كليا مع النظرة الحديثة فان أهميته تكمن في تعزيز المجال الفكري الذي أثر فيما بعد ومهدّ لاكتشافات انطوان لافوازيه (1743 – 1793) وجوزيف بريستلي (1733 – 1804) لتطوير النظريات المتصلة بالعناصر الكيميائية.

تأثير روبرت بويل

أثرىٰ روبرت بويل الأوساط العلمية بعدد من المساهمات حَتىٰ إنّه أُعتبر العالم المسؤول عن تأسيس الكيمياء كاختصاص علمي محدد. وقد حذا حذو مثله الأعلىٰ فرانسيس بيكون حَيثُ كانت تجاربه لا تهدأ ولا يقبل بان يعتبر أي شيء حقيقة ما لم يستند إلىٰ أساس علمي رصين يمكّنه من اشتقاق فرضياته. من إنجازات بويل الأخرىٰ المهمة انه اختلق اختبارات اللهب لتحديد نوع المعادن بالإضافة إلىٰ تحديد نسبة الحامضية والقاعدية.

كان بويل أيضًا مؤسس الجمعية العلمية الملكية وهي أقدم مجتمع علمي بالعالم. لكن اهم مساهماته في المجال الكيميائي هي بناء النظريات الكيميائية المدعومة بالأدلة التجريبية ومن بينها، وللمرة الأولىٰ، تفاصيل الأجهزة المستخدمة وطرق العمل المطبقة وان كانت تجارب فاشلة، هي التي شكلت الانعطاف الحقيقي للتأثير العلمي للكيمياء الحديثة.

كريستيان هغينز

1695 - 1629



الخط الزمني: 1655 يكتشف هغينز التايتان وهو أكبر أقمار زحل. 1657 إنشاء أول ساعة وفقا لتصميمه الرائد. 1658 نشر كتابه الساعة. 1673 نشر كتاب بندول الساعة. 1690 نشر كتابه رسالة عن الضوء.

يعتبر هغينز الألماني المسيحي الرجل الثاني الأهم في علم الفيزياء في القرن السابع عشر وهو ابن الدبلوماسي المعروف كوستانتين هغينز. وقد حظي بلقاء علماء معروفين مثل رينيه ديكارت منذُ عمر مبكرة كونه صديق العائلة ومن سوء حظه فقد تعارضت فرضياته الخاصة بسلوك الضوء مع ما ناظرها من نظريات اسحق نيوتن المهمة ونتيجة لذلك أُهملت نظريات

هغينز لأكثر من قرن من الزمن. من إنجازاته الأخرىٰ قياس الوقت وكانت لهذه أثر سريع وواضح وساعدت ان يرتقي ببقية علومه بسببها.

في مواجهة نيوتن

في 1704 أصدر اسحق نيوتن رسالة بعنوان (البصريات) وفيها فصّل النظرية الجزيئية للضوء موضحا تكونه من كبسولات صغيرة وكانت هذه الدراسة نتيجة لعقود سابقة من العمل. وكان اسحق نيوتن يتحدىٰ أي شخص يخالفه بالرأي بشراسة كبيرة مثل لايبنيز وروبرت هوك (1635 – 1703) واللذان تشاركا بوجهة نظر واحدة. فقد آمن هغينز بان الضوء يسلك سلوك الأمواج وهو ما عرف فيما بعد بتركيب هغينز وقد اوضحه في عمله الصادر عام 1690 بعنوان (رسالة عن الضوء) بالرغم من انه سبق وان فصلّها في 1678. لقد كانت هذه النظرية قريبة جدا ومقنعة من الظواهر الخاصة بالضوء من انعكاس وانكسار والتي فسرت أيضًا بطيء حركة الضوء في الأوساط الأكثر كثافة. وبالرغم من ان العلم الحالي أثبت ان الضوء له سلوكان الموجي والجزيئي تبعا لحالته إلّا أن وجهة نظر هغينز حين أُعيد اكتشافها من قبل الإنكليزي توماس يونغ (1773 – 1829) بداية القرن التاسع عشر، انتشرت بسرعة وأصبحت أكثر شيوعا. ونتيجة لهيمنة نيوتن اهملت نظريات هيغنز خلال القرن الثامن عشر. وواجهت نظرياته مقاومة كبيرة خلال وقت يونغ أيضًا.

ساعة البندول

لاقت مساعيه في قياس الزمن وتصنيع الساعات نجاحا أوسع مما ذكر أعلاه، فمنذُ وقت غاليليو (1564 - 1642) أدرك العلماء ان حركة البندول المتأرجحة تتمتع بضربات منتظمة من الممكن استخدامها لضبط إيقاع الزمن وصناعة الة لقياسه. لم يفلحوا في ذلك. ودرس هغينز الموضوع وارجعه إلى ان السبب في هذا الإخفاق يعود بعضه إلى ان شبهه بمنحنى الدائرة لم يحفظ انتظام الحركة، ومنْ أَجل تحقيق هذا الانتظام احتاج إلى مسار حلزوني. كان هذا الاكتشاف هو بوابة الفتح لعالم الساعات حَيثُ استطاع ان يصنع أول ساعة بندول في 1657 وأعلنها للعالم في 1658 في كتابه (الساعة). يعتبر هذا الاكتشاف جوهريا في مجال الفيزياء، فلَولَا توفر الة لقياس الزمن بدقة لتلكأت معظم الاكتشافات الفيزيائية اللاحقة. عزز هغينز تجربته العملية بإضافة الشروحات الرياضية حول حركة البندول في كتابه الصادر في 1673 بعنوان (ساعة البندول). تضمن النص عددا من الشروحات الديناميكية الأخرى التي سبقت قوانين نيوتن في الحركة وعالجت بعضا من مفاهيمها، كقانون الشروع الحركي الذي ينص على: الجسم الساكن يبقى ساكنا ما لم تؤثر عليه قوة خارجية فتحركه، والجسم المتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم يبقى على هذه الحالة ما لم تؤثر عليه قوة خارجية فتغير حالته الحركية.

كان هغينز زميلا للايبينز وقد دعمه خلال مناظراته مع نيوتن حول قانون الجاذبية. بالرغم من ذلك وبالرغم من رأي هغينز بأن نظرية نيوتن حول الجاذبية كانت بحاجة إلى شروحات ميكانيكية كما سبق وان عرضت في الفكرة الأولى للنظرية Principia. تجدر الإشارة إلى ان اسحق نيوتن كان من اشد المعجبين بفكر هغينز.

علم الفلك والضوء

لم يكن هغينز فيزيائيا معروفا فقط، وانما كان فلكيا مميزا بإسهامات قيمة. فقد صنع تليسكوبا أكثر تطورا استطاع تحقيق عدد من الاكتشافات من جراء ذلك، ومن بينها اكتشاف أكبر أقمار زحل (تايتان) في 1655. بالإضافة لذلك تمكن من شرح منظومة حلقات زحل بدقة. ان نظرية هغينز الخاصة بالضوء والتي تصفه بطبيعته الموجية، أهملت لوقت طويل بسبب فرضية نيوتن بان الضوء جزيئي التركيب. في الواقع، كان كلاهما مصيبا في فرضيته. لقد كان هغينز أحد الإباء المؤسسين للأكاديمية الفرنسية للعلوم في 1666، وقد أصابه راتب تقاعديّ فاق الآخرين من تلك الأكاديمية.

انطون فان ليفنهوك

1723 - 1632



الخط الزمني: 1673: تبدأ مراسلات فان ليفنهوك مع الجمعية الملكية. **1674**: أول من لاحظ البروتوزوا (الأوليات). **1677**: أول من تفحص الحيوانات المنوية البشرية. **1683**: أول من لاحظ البكتريا. **1684**: أول من لاحظ كريات الدم الحمراء.

من قال إنك يجب أن تكون عالما ثريا بخلفية ارسطية ويشغل العلم كل حياتك، لتتمكن من اكتشاف ما يغير المسار البشري؟ ربما كان هذا قول السواد الأعظم من علماء القرن السابع عشر الذين انحدروا من عوائل ثرية فتمكنوا من تحمل تكلفة الدراسات والبحوث على نفقتهم الخاصة أو انهم لقوا الرعاية من هؤلاء الأثرياء. لم ينطبق هذا الامر على بائع الملابس الهولندي، انطون

فان ليفنهوك الذي لم يترك مناسبة إلّا وأبهر فيها ملكات وملوك عصره باكتشافاته المذهلة بالرغم من محدودية تعليمه.

هوايته

ولد وعاش طيلة حياته في دلفت في هولندا، أصبح فان ليفنهوك قماشا متمرسا في عمر السادسة عشرة فقط. ثُمَّ فتح عمله الخاص حوالي سنة 1654. في 1660 شغل منصبا أفضل وعمل في محاكم القضاء بالمدينة وكان الاجر أعلىٰ. لقد وفرت له هذه الوظيفة المال الكافي والوقت الذي كان يحتاجه ليصل إلىٰ اكتشافاته المذهلة. لقد نما بداخله حب عالم المجهر والمجهريات. وفي 1660 كان يكرس كل وقت متاح منْ أَجل تطوير العدسات ذات قوىٰ تكبير أعلىٰ لم يسبق ابتكارها من قبل.

من خلال زجاج الفحص

لم يكشف فان ليفنهوك عن عدساته الكاشفة للأسرار طيلة اعوامه التسعين، وبالرغم من انه توصل لتصنيع عدسة عالية الدقة ذات بعد بؤري قصير تكبر الجسيم 300 مرة، إلّا أنه اشيع بأنه استخدم تقنية أخرىٰ وقد تكون نوعا من الإضاءة ليشاهد حيواناته الدقيقة. لقد اكتشف النباتات أحادية الخلية لدىٰ فحصه عينات من الماء في 1674. في الدراسات المجهرية المتقدمة أصبحت البروتوزوا مرتبطة بطفيليات أحادية الخلية تنقل الأمراض مثل الملاريا والزحار الاميبي وهي غالبا ما تنتشر

في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية. في 1683، كان الاكتشاف الأهم، وهو اكتشاف ليفنهوك للبكتريا. لقد كانت البكتريا أصغر حجما من الطفيليات ومع الزمن، ثبت ارتباطها بعدد من الأمراض كالخنّاق والكوليرا مما أتاح فرصة إيجاد العلاجات المناسبة.

التكاثر في الحيوان

اكتشف ليفنهوك أيضًا الحيوانات المنوية. أما قصة هذا الاكتشاف فكانت انه في 1677 جاء مواطنه ستيفان هام بعينة من المني البشري لفحصها عند عالم الاحياء المجهرية فان ليفنهوك، وخلال الفحص اكتشف الأخير الخلايا قصيرة العمر (الحيوانات المنوية) والتي عززت من قناعاته حول التكاثر المتعلق بهذه الخلايا حَيثُ لم يتوقف عند هذا الحد بل راح يبحث عن عينات مشابهة لحيوانات أخرىٰ ومنها الضفادع والحشرات. لقد دقق في ملاحظة تكاثر هذه الحيوانات وغيرها كالنمل، والبراغيث ليدحض بذلك النظرية السائدة التي تفسر الظاهرة بالتولد الذاتي. وان لهذه المجموعة بيوضا ولا تأتي من لا شيء. وفحص مجهريا عملية تطور مراحل التكاثر وفرق بين مرحلتي البيضة واليرقة في النمل وبين انهما مرحلتان مختلفتان ومنفصلتان. وبهذه الأدلة الدامغة ومدوناته ورسوماته أنهىٰ ليفنهوك وإلىٰ الابد نظرية التولد الذاتي.

من اكتشافاته الأخرىٰ المهمة هي كريات الدم الحمراء في 1684، ومن خلال ذلك دعم عمل مارسيللو مالبيجي في 1660

الخاص بالأوعية الشعرية الدموية. هذه الدراسة كانت مهمة جدا لتفسير ما لم يوفق فيه ويليام هارفي في إجلاء غموض انتقال الدم بين الشرايين والاوردة. أما بالنسبة لليفنهوك فلم يعرف فضوله المعرفي حدا مما جعله يستمر بفحص الحيوانات من النمل حَتىٰ المحار. واستمر بتقديم دراساته وملاحظاته الخاصة بعالم الحيوان.

حاجز اللغة

كان ليفنهوك يقدم دراساته باللغة الألمانية عوضا عن الأكاديمية اللاتينية وذلك بسبب ابتعاده عن الدائرة الأكاديمية. وكان قليلا ما ينشر ملاحظاته واكتشافاته مباشرة للجمهور. وكان قد تم تقديمه عن طريق المراسلات إلىٰ الجمعية الملكية في 1673. وبعدها تابع ليفنهوك بالكتابة الألمانية إلىٰ الجمعية الملكية لبقية حياته حَيثُ لم يكن يعرف الإنكليزية قط. وقامت الجمعية بترجمة ما مجموعه 375 مادة في مطبوعها التعاملات الفلسفية الصادرة قبل وفاة ليفنهوك.

الإنجازات الأخرى

لقد ساهمت ملاحظات ورسائل فان ليفنهوك العلمية، وما تلاها من تجميع لأعماله، في شهرة هذا العالم الذي انشغل بعلمه عل سبيل الهواية، وجاءت بالقاصي والداني إلىٰ مدينته دلفت. فمن بين من جاء لرؤية الكائنات المجهرية هم جيمس الثاني من إنكلترا وبيتر الأعظم من روسيا. عند وفاة ليفنهوك،

ترك ارثا متميزا: 247 مجهرا وسبعة منها بقيت حَتىٰ يومنا هذا. وكانت أحد مجاهره وصلت إلىٰ قدرة تكبير تقدر بـ 2 مايكرومتر. ومن ملاحظاته الذي تدل علىٰ هوس الاكتشاف عنده: « عندما فحص عينة من خروجه في الحالة الطبيعية كان يخلو من البروتوزوا، عكس ما يلاحظ عند فحص خروجه الأقل تماسكا ».

روبرت هوك

1703 - 1635



الخط الزمني: 1656: يلتقي هوك بروبرت بويل في اوكسفورد. 1659: يصمم المضخة، أول الة تفرغ الهواء في ذلك الوقت. 1662: يصبح أول منسق للتجارب المختبرية للجمعية العلمية الملكية. 1665 نشر كتابه (رسومات صغيرة). 1670 يكتشف قانون المرونة.

ربما يعتبر روبرت هوك الإنكليزي هو اقل العلماء تقديرا إِذ لم يلقَ استحقاقه بعد سلسلة الإنجازات التي حققها في مجالات علمية مختلفة. ومع ذلك فالسبب يعود أيضًا إلى المدى الواسع لنشاطاته إلي كان من المستحيل معها ان يصل بفرضية معينة إلى مرحلة النظرية أو الاستنتاج النهائي. وهذا هو السبب ان الكثير

من اعماله العلمية لم تُنسب إليه. ويعتبر دوره كصانع للأفكار هو ارثه العلمي الحقيقي.

مساعد بويل

من أبرز الأمثلة على مساهماته العلمية للآخرين كان عمله مع روبرت بويل في جامعة اوكسفورد حَيثُ التقيا في 1656. بويل، الارستقراطي، كان الشريك المهيمن بكل وضوح، اجتماعيا على اقل تقدير. أما هوك المساعد فقد كان يتبع إرشادات بويل ومع ذلك فقد كانت مهارته العملية تنم عن ابتكارات أصيلة. وأبرز مثال على ذلك هي مضخة الهواء التي صممها في 1659 وكانت أكفأ آلة لتفريغ الهواء في حينها وهي التي مكنت بويل من إتمام ابحاثه والتوصل إلى اكتشافاته الشهيرة.

عالم بلا علم محدد

لقد كان بويل مسؤولا حَتىٰ بشكل غير مباشر أيضًا للحفاظ على مكانة هوك كلاعب أساسي في جميع العلوم دون ان يختص بإحداها. فقد ساهم بويل في ترقية هوك كمنسق للتجارب العلمية للجمعية الملكية في 1662. ولا ننكر ان اللقب راق هوك كثيرا إلّا أن مسؤولية عرض تجارب معتبرة بين ثلاثة وأربعة أسبوعيا للجمعية الملكية كان امرا يقطع الطريق على هوك ليجد أي وقت يطور فيه فرضياته العلمية الخاصة.

صانع الأفكار

كان الهولندي الفيزيائي كريستيان هغينز عالم آخر يستهلك المواد التي يوفرها له روبرت هوك. تُنسب النظرية الموجية للضوء إلى هغينز والتي نشرها في 1690. ولكن في الحقيقة ومنذُ 1672 وصف هوك اكتشافه حول انكسار الضوء بانه قد يدل على ان الضوء ذي طبيعة موجية. لقد واجه اسحق نيوتن نظرية الضوء الموجية بوابل من التنكيل، استمر أثره طيلة حياة هوك. وادعى هوك أيضًا بانه هو من اكتشف إحدى اهم نظريات نيوتن وجادل ان الأخير قد سرق أفكاره من المراسلات الجارية بينهما خلال عام 1680. وفعلا، كانت رسائل هوك تقترح الملاحظات الخاصة بوجود قوة الجاذبية وأشارت لمفاهيم بلورها نيوتن فيما بعد لتصبح قانون الجاذبية. بالرغم من ذلك فقد استطاع نيوتن من الاحتفاظ بالقانون باسمه بسبب شروحاته الرياضية ونظرياته التي عززت من موقفه.

ان التجارب التي لا تعد ولا تحصى التي نفذها هوك أدت في النهاية إلى ان يخرج بمجموعة من الفرضيات الخاصة به ومنها على سبيل المثال انه كان أول من شرح القانون العام بان كل المواد تتمدد بالحرارة. وينسب إليه قانون المرونة الذي اكتشف في عام 1670 ويسمى أيضًا بقانون هوك وينص على: « يتناسب الانفعال تناسبا طرديا مع الإجهاد المؤثر من بداية التحميل إلى حد معين ». وكان روبرت هوك هو أول من استخدم كلمة خلية

بمعناها العلمي وكما نفهمها اليوم بعد ان شاهد خصائص الفلين تحت عدسة أحد أكثر المجاهر قوة والتي كان قد طورها بنفسه. وقد استخدم هذ الكلمة بشكل رسمي في كتابه الصادر عام 1665 تحت عنوان (رسومات صغيرة) وتضمن أيضًا إنجازاته الكثيرة الأخرىٰ كنظرية هوك في الاحتراق وما اكتشفه من خلال المجهر: التركيب البلوري للثلج ودراسات اثار النباتات وبقاياها التي دلت علىٰ انها بقايا كائنات حية حَيثُ اقترح بوجود كائنات عاشت وماتت قبل ظهور الإنسان وسبق ذلك دارون بقرون عديدة. كانت لهوك اكتشافات عديدة في علم الفلك حَيثُ حدد البقعة الحمراء العظمىٰ لزحل وافترض ان هذا الكوكب العملاق يدور حول محوره.

إنجازات أخرى

كانت ابتكارات هوك مؤثرة جدا فكان قد ابتكر أو طور بشكل كبير التلسكوب والمجهر المركب ومقياس الضغط (باروميتر) ومقياس الريح (انيموميتر) ومقياس الرطوبة (هايغروميتر) والميزان الزمبركي في الساعات والة قياس الارتفاع الزاوي والحجاب القزحي الذي استخدم فيما بعد في الكاميرات. تمتع روبرت هوك برؤية ثاقبة فقد تنبأ بمستقبل محركات البخار ومنظومات التلغراف. لقد نُسب المجهر المركب والميزان الزمبركي إليه. وبعيدا عن ذلك فقد كان هوك معماريا حَيثُ صمم أجزاء من مدينة لندن بعد الحريق الكبير الذي اندلع في 1666.

السير اسحق نيوتن

1727 - 1642



الخط الزمني: 1670 – 71: ألف كتابا بعنوان: (طريقة التدفق) في الرياضيات ولم ينشر حَتىٰ سنة 1736. 1672: نشر نظريته الخاصة بالضوء والألوان وكان أول كتاب منشور له. 1687: طبع كتابه المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية وعرف أيضًا باسم برنسيبيا. 1704 طبع كتاب البصريات.

لقد كُتب الكثير من الكتب والمقالات والرسائل حول حياة وتأثير السير اسحق نيوتن خلال القرون الثلاثة الأخيرة ومن المستحيل ان يغطي المرء هذه الإمكانيات في صفحة واحدة. وهو ببساطة يعد أعظم عالم علىٰ الإطلاق.

بداية متأنية

لم تنبئ سنواته الأولى بشهرته اللاحقة فقد ولد وترعرع في قرية صغيرة وهادئة في لنكونشاير - إنكلترا وذهب إلى المدرسة في مدينة غرانتهام القريبة وكطفل لم يجذب الانتباه لعقلية متميزة وصدق ذلك على سنواته الأولى في كلية ترينتني أيضًا في كامبردج. ومن المفارقة انه لم ينبغ حَتىٰ أُجبرت الجامعة على الإغلاق خلال 1665 و1666 بسبب تهديد مرض الطاعون عندها عاد نيوتن إلى قريته وبدأ سنتين من التأمل بقوانين الطبيعة والرياضيات المرتبطة بها والتي غيرت تاريخ المعرفة البشرية فيما بعد وبالرغم من ذلك فلم يطبع شيئا خلال هذه الفترة فقد كان في مرحلة بلورة واختبار الكثير من المبادئ العلمية التي ستصبح قاعدة لإنجازاته المستقبلية.

ومع ذلك فقد تطلب الامر عقودا قبل ان يعود إلى اكتشافاته المبكرة ومنها أفكاره التي كانت تدور حول قانون الجذب العام ولم تنتعش حَتىٰ تجاذب هو وروبرت هوك الجدل عبر الرسائل خلال عام 1680 والأكثر من ذلك فقد كان جوابه لأدموند هالي (انا اعرف) عندما تحداه في 1684 لمعرفة طبيعة الافلاك الأهليليجية التي وصفت سابقا من قبل جوهانز كيبلر كل ذلك أدى به إلى الخروج بقانون الجاذبية. أما حادثة التفاحة الشهيرة التي حركت إمكانيات نيوتن باتجاه هذا القانون فتعود إلى سنة 1660 عندما عاد لقريته حَيثُ تساءل ان القوة التي حكمت هذه

الحادثة قد تكون نفسها في كل أماكن المعمورة. وبعد ان صرح بذلك إلى هالي تحداه الأخير بوضع هذه الأدلة بشكل حسابات وبذلك نشر نيوتن نتائجه في عمله الشهير برنسيبيا الصادر 1687. ونص هذا القانون على ان جميع الأجسام تجذب الأخرى بقوة تتناسب طرديا مع كتلتها ولكنها تضعف مع زيادة المسافة أي بتناسب عكسي مع مربع المسافة الفاصلة بينهما. لقد انطبقت هذه النظرية على العلاقة بين جسمين صغيرين على الأرض كانطباقها على الشمس والكواكب ووفقا لذلك وبذلك استطاع ان يفسر مدارات كيبلر الاهليليجية.

قوانين نيوتن في الحركة

بنى نيوتن على الفرضيات السابقة لغاليليو وأوضح ثلاثة قوانين للحركة والتي شكلت محور الفيزياء إلى اليوم. القانون الأول: الجسم الساكن يبقى ساكنا ما لم تؤثر عليه قوة خارجية فتحركه، والجسم المتحرك بسرعة ثابتة في خط مستقيم يبقى على هذه الحالة ما لم تؤثر عليه قوة خارجية فتغير الحالة الحركية له بقانون القصور الذاتي. القانون الثاني: إذا أثرت قوة على جسم ما، فإنها تكسبه تسارعًا، يتناسب طرديًا مع هذه القوة وعكسيًا مع كتلته، وهو أساس فهم علم الفيزياء الحركية. أما الثالث: لكل فعل رد فعل، يساويه في الشدة، ويعاكسه في الاتجاه.

وبعيدا عن التطبيقات الواسعة لقوانين نيوتن الثلاثة، فان النظرة السابقة التي تؤمن بأن للأرض قوانينها الخاصة المختلفة

عن الكون صارت طي الماضي بعد ظهور هذه القوانين التي تنطبق على مفردات الكون كلها. فمن الواضح ان القوانين الرياضية البسيطة تستطيع ان تفسر ظواهر فيزيائية تبدو بعيدة كل البعد في الوهلة الأولى. فالعلم وحده هو القادر على توفير الشروحات المباشرة والوصول إلى نتائج لا لبس فيها. ان إصرار نيوتن على تطبيق الرياضيات للتوصل إلى تفسير الظواهر الفيزيائية، ابرزت الطريقة المعتمدة للفيزياء الحديثة.

إنجازات أخرى

حقق نيوتن اكتشافات كبيرة في مجالات أخرى أيضًا فقد أثبت ان الضوء الأبيض يتكون من ألوان الطيف الشمسي وفصلّها في 1672 تحت عنوان نظرية جديدة عن الضوء والألوان وفي كتابه (البصريات) 1704 شرح مفصلا وان لم يكن بدقة نظرية الجزيئات الكبسولية للضوء. من إنجازاته المتميزة الأخرى في الرياضيات هي نظريته ذات الحدين.

كان لنيوتن جانب عملي أيضًا حَيثُ ابتكر التليسكوب العاكس في عقد الستينيات من ذلك القرن واستطاع بذلك ان يتجاوز مشاكل توضيح الصورة المتأتية من الانكسارات التي عانت منها النسخ المحدثة لتليسكوب غاليليو. وتجدر الإشارة إلى ان السير اسحق نيوتن شغل مناصب مرموقة ومنها رئاسة دار سك العملة الملكية، وأثبت سبعة وعشرين حالة لتزوير العملة أدى بأصحابها إلى الإعدام.

أدموند هالي

1742 - 1656



الخط الزمني: 1679: طبع كتاب (النجوم الجنوبية). 1682: يرصد المذنب الذي يحمل اسمه اليوم. 1687: يشجع نيوتن على طباعة كتابه برينسيبيا ويمول الطباعة من جيبه الخاص. 1705: طبع (خلاصة علم فلك المذنبات). 1758: يعود المذنب كما توقع، ومن ذلك الحين عرف باسمه.

من أشهر العلماء الذين التصق اسمهم بحادث أو اختراع أو نظرية ما هو العالم الإنكليزي ادموند هالي. عالم الفلك والرياضيات، الذي اشتهر بالمذنب الذي حمل اسمه. ومن المفارقة انه من أكثر علماء هذا الكتاب غنىً معرفي وتنوعا في اهتماماته العلمية.

مذنّب هالي

بالرغم من ان هالي عالم متعدد المواهب إلّا أن ذلك لا يقلل من أهمية اكتشافه العلمي للمذنب الذي توقع ظهوره ثانية بعد وفاته بستة عشر عاما بالضبط، وتبرز هذه الحادثة أول إمكانية لتوقع دقيق للظواهر الكونية. عاد مذنب هالي إلىٰ الظهور في 1758، وفي موعده بالضبط. وجاء استنتاج هالي بعد مراقبته الحثيثة له في 1682. أجرىٰ هالي بحثا مستفيضا حول الموضوع وقارن بين المشاهدات الحاصلة في 1531 وعام 1607، وكم كانت تشبه مذنبه، مما انتهىٰ به إلىٰ الاستنتاج بانه زائر يمر بسماء الأرض كل ستة وسبعين عاما. وكانت هذه فاتحة لحساب أزمنة افلاك ثلاثة وعشرين مذنبا آخر اوضحها في كتابه (خلاصة علم فلك المذنبات). المطبوع في 1705 وكان بمثابة منصة الانطلاق لدراسة هذا الحقل الفلكي.

السماوات الجنوبية

ان اهتمامات هالي الفلكية لم تكن محدودة بالمذنبات فقط وانما انتجت دراسات أخرىٰ اثرت هذا الحقل العلمي. في 1718، أوضح ان النجوم لا بُدَّ لها من مسار يخصها، بعد ان قارن بين أطلس بطليموس وموقع النجوم ذاتها في زمنه. وراقب أيضًا دورة القمر التامة ذات التسعة عشر عاما وبعدها أثبت نظريته الخاصة بالتسارع الأزلي التي تنبأ بها أصلا في 1695. في 1716،

قدم طريقة لحساب بعد الأرض عن الشمس عن طريق مرور كوكب الزهرة بقرص الشمس. كانت من اهم إنجازاته هي الأولى أيضًا، ففي عمر عشرين سنة، سافر على متن سفينة شركة الهند الشرقية إلى سانت هيلينا لتثبيت مواقع النجوم بنصف الكرة الجنوبي. وقد ترك دراسته في جامعة اوكسفورد منْ أجل تحقيق ذلك. بعد سنتين من الدراسة في تلك الجزيرة النائية، خرج ادموند هالي بكتابه: (النجوم الجنوبية) في 1679. لم يكن الكتاب أول خارطة عالية الدقة لتلك النجوم فحسب وانما الأول في إثبات مواقعها تلسكوبيا بعد إجراء المسح الخاص بها.

بالإضافة إلى علم الفلك

في موطنه، نسبت لهالي الكثير من الإنجازات العلمية. فقد اعتبره الكثيرون مؤسس علم الفيزياء الأرضية (جيوفيزيكس) بدءًا بنشره خارطة حول الرياح السائدة على الكرة الأرضية في 1686، وبعدها عمل على خرائط مفصلة للتيارات البحرية وحقول الجاذبية. أما في الفترة بين 1687 و1694، فقد اشتغل على الملوحة وتبخر الماء من البحيرات منْ أجل وضع النظريات الخاصة بعمر الأرض. لقد طور هالي قانونا رياضيا يمثل العلاقة بين الارتفاع وضغط الهواء مما امكنه إجراء تعديلات على تصميم مقياس ضغط الهواء (البارومیتر). لقد فتح هالي بابا جديدا لدراسة علم الإحصاء المجتمعي من خلال اتخاذ سكان مدينة بريسلاو عينة بحث لإرساء جداول الوفيات التي نشرت في 1693.

هذه الخطوة أسست لمنظومة التأمين على الحياة لاحقا. لم يفلت حجم الذرة أو الظاهرة البصرية لقوس القزح ولا حَتىٰ ناقوس الغطس من بين يدي هذا العالم، وفعلا، لم يكن عالما في الفلك فقط. فبالإضافة إلىٰ كونه قائد (بارامور) آلة الحرب الملكية، من 1698 إلىٰ 1700، كان شغوفا بعمل الخرائط وتثبيت ما امكنه من رياح وامواج ومجالات مختلفة الجاذبية. سيعود مذنب هالي للظهور في سمائنا في عام 2062.

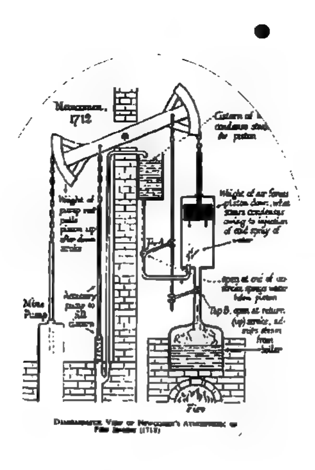
هالي ونيوتن

بالرغم من إنجازاته الكثيرة والمجالات الواسعة التي تعامل معها، إلّا أن علاقته بنيوتن وتأثيرهما معا علىٰ العالم، ليست بأقل أهمية. فقد التقيا للمرة الأولىٰ في جامعة كامبريدج في 1684، ومن ذلك الوقت استمر مشوارهما المشترك للكشف عن طبيعة الجاذبية. وقد شجع هالي نيوتن علىٰ تقديم عمله (برينسيبيا) أولاً، ومضىٰ في مراجعة وتصويب النصوص التي قدمها الأخير إليه. لقد كتب المقدمة والاهم من ذلك قام بتمويل طباعة الكتاب ونشره في 1687، في الوقت الذي أخفقت الجمعية الملكية تبني هذا الامر.

لَولَا هالي، لكان العالم يعرف المذنب، وان كان باسم عالم آخر، لكن ما قدمه الرجلان في مجال اكتشاف وتنظيم علم الجاذبية لم يكن ليظهر لنا منه الكثير.

توماس نيوكومان

1729 - 1663



الخط الزمني: 1663: ولد نيوكومان في دارتموث في إنكلترا. 1705: يبدأ العمل على محرك بخاري. 1712: ينجح بتصنيعه ويضمنه في مضخة بخارية محسنة. 1729: وفاته.

ان كانت الثورة الصناعية قد غيرت العالم، فعلينا الإشارة إلى الرجل الذي بشر بمجيء هذا الانقلاب الجذري، الإنكليزي توماس نيوكومان، مخترع المحرك البخاري التجاري الأول ذي الضغط الواطئ. بالتأكيد لم يكن نيوكومان الأول هو احداث تغيير جذري في مجتمعه، فقد بدأ حياته العملية كتاجر للحديد وحداد في بلدته دارتموث في ديفون ببريطانيا يسعى لتأمين عيشه

لسنوات طويلة قبل شروعه باختراعه الرائد. وفي جميع الأحوال كانت مهنته هي التي جذبته باتجاه إيجاد حل للمشكلة.

المشكلة

كان للكثير من زبائن نيوكومان مناجم، وكثيرا ما حكوا له المشاكل التي يتعرضون لها بسبب الإيغال في الحفر للاستجابة إلى الطلب المتزايد على خامات الفحم والقصدير والحديد. ومن أبرز المعوقات هي تفجر المياه الجوفية لتغرق المناجم مع استمرار الحفر. وكانوا يضاعفون الجهد البشري والحيواني لتفريغ المناجم من الماء وكانت العملية غير كفوءة ومجهدة.

محاولات فاشلة

ان عملية استخدام الضغط الجوي كمصدر جديد للطاقة منْ أَجل القيام بالعمل الميكانيكي المستمر كعمل المضخة، كان معروفا لدى المهندسين الذين سبقوا نيوكومان. فقد ثبت ان أي فراغ (خال من الهواء) يملأ حالا بالهواء المتاح وبقوة كبيرة. لكن لم يستغل أحد هذه الخاصية كمصدر للطاقة بشكل عملي. في 1698، قام مهندس إنكليزي يدعى توماس سايفري، (1650 – 1715) بتقديم براءة اختراع اسماها (صديق عمال المناجم) وهي مضخة بخارية عالية الضغط، بتعقيدات تقنية ومحددات تطبيقية حالت دون استخدامها في الواقع.

الحل

وبناءً على هذه المعطيات، بدأ نيوكومان العمل في 1705، وصنّع محركا بخاريا يستثمر قوة الضغط الجوي. مع حلول 1712، توصل إلى حل المشاكل العملية لجهازه وانطلق لتجربته بنجاح في مناجم ستافوردشاير الجنوبية. تضمن التصميم تسخين الماء تحت مكبس كبير بداخل أسطوانة. بالتالي دفعت قوة البخار المكبس إلى الأعلى، عندها تدفع كمية صغيرة من الماء تحت المكبس من خزان صغير خارجه. ان التبريد المفاجئ لغرفة البخار ستؤدي إلى تكثيفه السريع وبالتالي صنع فراغ جزئي يستدعي سحب المكبس إلى الأسفل بفعل ضغط الهواء. يتصل المكبس برافعة ثنائية الأطراف يتصل طرفها الآخر بمضخة تتصل مباشرة بقناة المنجم الرئيسية. ان حركة المكبس للأعلى والاسفل تناظره حركة الطرف الآخر التي تولد قوة الضخ لدفع مياه الفيضان خارجا. كان بمقدور المحرك الأول التخلص من 120 غالون بالدقيقة الواحدة أي ما يعادل 12 ضربة بالدقيقة آنذاك، وكانت تعادل قوة 5.5 حصان.

بالرغم من ان الجهاز كان يفتقر إلى قوة الأداء المطلوب وصعب التشغيل ويستهلك مقدارا كبيرا من الفحم، لكنه كان يعمل بشكل مستمر لمدة أربع وعشرين ساعة يوميا وكان أفضل بكثير من البدائل السابقة. بالرغم من تكلفة بناء الجهاز الكبيرة والتي كانت 1000 باوند، إلّا أنه دخل سوق التجارة الخاص

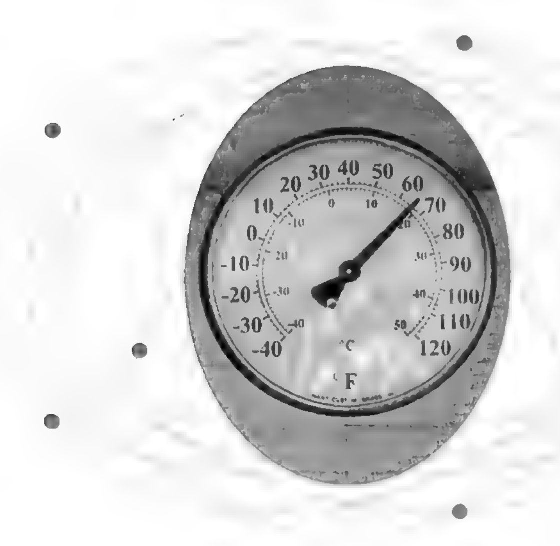
بالمناجم وتم تركيب أكثر من مئة جهاز لمناجم ومعامل بريطانيا قبل وفاته في 1829. استمر تصنيع وتركيب الجهاز على مدى أوروبا للقرن التالي. وبدأت محركات مطورة بالظهور ومنها ما اخترعه جيمس واط (1736 - 1819)، فقد كانت أكثر سهولة وكفاءة. لقد كانت محركات الأخير أرخص أيضًا ومع ذلك فان المنافسة والمقارنة أثبتت أهمية اختراع نيوكومان الذي ادخل المحركات وصولا إلى القرن العشرين وظهور النماذج المحسنة. عندها، استجاب العالم للثورة لصناعية التي سيطرت على الضغط الجوي واستثماراته في المحركات المختلفة.

العبقري المنسي

بالرغم من ان اختراع محرك البخار من قبل نيوكومان كان في الأصل لحل مشكلة المناجم المتفاقمة، إلّا أنه كان حجر الزاوية للنهوض بالثورة الصناعية. فقد طور سريعا من قبل مهندسين آخرين مثل جيمس واط وريتشارد تريفيثيك ليتحول إلى محرك بخاري في العجلات ذاتية الحركة (اوتوموبيل). لم يتوقف الاختـراع عند هذا الحد وانما تجاوزه ليدفع بالسفن المدرعة من وإلى بريطانيا بأزمنة إبحار قياسية. اليوم، غالبا ما ينسب اختراع المحرك البخاري إلى جيمس واط، بينما توارى اسم توماس نيوكومان خلف هذه المغالطة، وبالرغم من انه الرجل الذي وضع حجر التغيير من خلال الثورة الصناعية التالية إلّا أنه لم يخلّد حَتىٰ بصورة.

دانيال فهرنهايت

1736 - 1686



الخط الزمني: 1701: يصل فهرنهايت إلى هولندا ليعمل لدى التجار ليتعلم المهنة. 1709: يبتكر مقياسا متقدما للحرارة باستخدام الكحول. 1714: يبتكر أول مقياس زئبقي للحرارة. 1715: يبتكر قياس فهرنهايت لدرجات الحرارة.

أمضي دانيال فهرنهايت معظم حياته العملية في هولندا. ولد في المدينة البولندية دانزيك المعروفة اليوم بكيدانسك وكان أكبر الأبناء الخمسة لوالديه. في عمر الخامسة عشرة مات ابواه جراء تناول فطر سام فانتهت العائلة بإرسال الأطفال الأربعة إلى دور الايتام بينما التحق هو للعمل لدى بعض التجار لتعلم المهنة في أمستردام. من هنا، بدأ اهتمامه بقياس الحرارة وعالمها،

خاصة بعد اطلاعه على النماذج الأولى التي صنعت في فلورنسا في 1640. اقترض فهرنهايت المال بضمان ارثه وترك فترة التدريب ليتفرغ لشغفه الجديد، ويهرب!

من الصعب تخيل عالم دون مقياس للحرارة لشيوعه اليوم. وبالرغم من ذلك فقد شكل معضلة كبيرة امام العلماء الذين احتاجوا إلى مقياس دقيق يمكن اعتماده لتحديد درجات الحرارة وتغيراتها بدقة.

المحارير البدائية

لقد نجح غاليلو (1564 – 1642) بالحقيقة بصناعة أول محرار واعتمد على طبيعة الهواء التي تعتمد التمدد والتقلص مع تغير درجات الحرارة. فقد استخدم أسطوانة بداخل الماء لقياس الحرارة حَيثُ لاحظ ارتفاع الماء ونزوله وفق تغير درجات الحرارة. ولاحظ عدم دقة هذه الطريقة حَيثُ إنّ الحجم كان يتأثر بجملة من العوامل ومن بينها الضغط الجوي. بدأ العلماء بفحص مواد أخرى تعتمد لقياس ادق وكان الكحول قد اختير بديلا عن الماء لاحقا في تلك الحقبة.

المحرار الزئبقي

طور فهرنهايت المحرار إلى الدرجة المطلوبة في الأوساط العلمية. وكونه عمل في مجال صناعة أجهزة الإرصاد الجوية، فقد استخدم الكحول الذي لبى، إلى حد ما، متطلبات مقياس الحرارة

إلّا أنه لم يقفز إلىٰ المستوىٰ التالي إلّا بعد اطلاعه علىٰ مواصفات الزئبق المقدمة من قبل غويلاوم امونتون (1663 – 1705) فقد صنع أول محرار زئبقي ناجح في 1714، حَيثُ أثبت كفاءته ودقته خلال مدىٰ تجريبي واسع من درجات الحرارة.

المقياس الفهرنهايتي

في 1715، توّج محراره الزئبقي بتقديم مقياس فهرنهايت لدرجات الحرارة. حَيثُ اعتبر الصفر الفهرنهايتي هي اوطأ درجة استطاع الوصول إليها من خلال خلط الثلج بالملح. واعتمد أيضًا علىٰ نقطة انجماد الماء وحرارة جسم الإنسان كمؤشرات لاحقة للمقياس. تشير درجة 30 فهرنهايت إلىٰ درجة انجماد الماء وحرارة الجسم بحرارة 90° ف. ثُمَّ، وبعد مراجعات مستمرة اصبحتا 32°ف و96°ف علىٰ التوالي. وان درجة غليان الماء هي 212 ف بمعنىٰ ان هنالك مئة وثمانين مرحلة بين الانجماد والغليان. لقد شاع استخدام هذا المقياس حَتىٰ نهاية السبعينات وما زال هو المعتمد في الولايات المتحدة الامريكية.

خلفاء فهرنهايت

لقد طغىٰ النظام المئوي (السيليزي) علىٰ الفهرنهايتي في الأوساط العلمية. في النظام المئوي، الذي ابتكره السويدي اندرز سيليزيس (1701 – 44) ودققه زميله لينيوس ليصبح ما هو عليه اليوم حَيثُ درجة انجماد الماء هي الصفر المئوي

والغليان عند 100° مئوية. وان القياس المئوي استند إلى المئة مرحلة بين الانجماد والغليان للماء والذي كان بالمقلوب أول انطلاقته، أي الغليان في الصفر المئوي! وبالإمكان تحويل درجة الفهرنهايت إلى مئوية من خلال بطرح 32 وضرب الناتج في 5 ومِنْ ثَمَّ تسيم الناتج على 9.

تأثير فهرنهايت

يعد مقياس كلفن هو الأنسب للتجارب العلمية والسيليزي أكثر ترتيبا من ناحية التدرجات الثانوية. لكن يبقى القياس الفهرنهايتي مهما حَيثُ نادرا ما نحتاج إلى الدرجات السالبة. من اكتشافاته الأخرى هو ان درجة غليان السوائل المختلفة تتفاوت حسب اختلافات الضغط الجوي. فكلما انخفض الضغط الجوي انخفضت درجة الغليان. وهذه المعلومة مهمة جدا لمن يود عمل الشاي على ارتفاع عال!

بنيامين فرانكلين

1790 - 1706



الخط الزمني: 1716: بسبب الصعوبات المالية، يترك بنيامين المدرسة بعمر العاشرة. 1751: نشر كتابه: «تجارب ودراسات حول الكهربائية، من فيلادلفيا في أمريكا». 1752 اشتهر بإطلاق طائرة ورقية وسط عاصفة رعدية. 1776: كان أحد الخمسة الذين كتبوا الحروف الأولى لإعلان الاستقلال.

كانت عبقرية فرانكلين من النوع النادر. فقد اختلف عن العلماء الآخرين المذكورين في هذا الكتاب انها امتدت خارج الدائرة العلمية. فقد أسهم ورفد العلوم خلال عمله لخمس سنوات بين 1747 و1752، أكثر مما يسهم عالم كرّس حياته كلها للعمل العلمي. في فترات أخرىٰ من حياته انشغل باهتمامات

مختلفة تماما. لقد كان من أبرع الطابعيين والناشرين، وصحفيا وناقدا لامعا بالإضافة لكونه مخترعا وسفيرا للعالم والاهم من كل ذلك فقد كان سياسيا محنكا في فترة حرجة من تاريخ الولايات المتحدة. وبالفعل كان بنيامين فرانكلين أحد الخمسة الذين قدموا مسودة الاستقلال إلى بريطانيا العظمى في 1776 والتي مهدت إلى كتابة الدستور الامريكي فيما بعد.

دراسة الكهربائية

استحق فرانكلين إدراجه في هذا الكتاب لجهوده العلمية في مجال الفيزياء. فقد كان رائدا لفهم طبيعة وإمكانيات الكهرباء. وبالرغم من وجود الكثير من الإشارات حول الكهرباء منذُ عهد الأقدمين، إلّا أنها لم تفهم من منظور علمي. حَيثُ كانت تنحصر إمكانياتها على الخدع السحرية. في عمر الأربعين اهتم فرانكلين بتجربة الكهرباء واكتشف خلال ذلك انه عالم يستحق الدراسة والبحث كمجال قائم بذاته. باع حقوق داره للطباعة والنشر ليتفرغ لدراستها للسنوات الخمس التالية:

طيارة الورق واليوم العاصف

بالرغم من ان فرانكلين اعتقد بالبداية بأن الكهربائية سائل منفصل (هذا بحد ذاته يعد تطورا حَيثُ اعتقد بانها سائلان) وقد افترض ان هذا السائل يتكون من جزيئات تعرف اليوم بالإلكترونات. لقد أجرى مجموعة من التجارب استطاع من

خلالها التوصل إلىٰ مصطلح الشحنة الموجبة والسالبة منْ أَجل شرح عملية التجاذب والتنافر بين الجزيئات. اعتقد أيضًا ان هذه الشحنات كانت تحذف بعضها بعضا فإذا فقد جسم ما شحنته يكتسبها جسم آخر بنفس المقدار المفقود. وقد وصلت تجاربه في الكهرباء ذروتها بتجربته الشهيرة الطائرة الورقية في 1752. فقد اعتقد فرانكلين بان الرعد شكل من أشكال الكهربائية ومنْ أَجل إثبات ذلك أجرىٰ فرانكلين تجربة الطائرة في العاصفة الرعدية وكانت متصلة بخيط موصل. لقد ربط نهاية الخيط بمتسعة وحدث ما كان متوقعا بان البرق شحن السلك مما عزز من اعتقاده بانه ذا طبيعة كهربائية. من هذه النتائج توصل فرانكلين إلىٰ تصميم مانعة الصواعق.

لقد نشر كتابه (تجارب ودراسات حول الكهربائية من فيلاديلفيا في أمريكا) سنة 1751. وقد ساهم هذا الكتاب في الهام علماء المستقبل لدراسة وتطوير المجال الكهربائي.

غزير الابتكار

منذُ عام 1753 بدأ فرانكلين مشواره العلمي، لكنه لم يدم طويلا بسبب اهتماماته وانشغالاته علىٰ الصعيد السياسي. وبالرغم من ذلك فقد ترك ارثا كبيرا من الاختراعات العلمية وكانت نتائج التجارب الواسعة التي أقامها خلال حياته ومن بين هذه الاختراعات طباخ فرانكلين (يستخدم إلىٰ اليوم) والعدسات ثنائية البؤرة ومصباح الشارع والكرسي الهزاز والهارمونيكا

وعداد المسافات (الاودوميتير) والحواجز المانعة للماء. جاء فرانكلين أيضًا بفكرة التوقيت الصيفي.

إرث بنيامين فرانكلين

بالإضافة إلى كل ما ذكر أعلاه فقد أسس بنيامين فرانكلين المكتبة العامة بالإضافة إلى الجامعات الأولى في بنسلفينيا في الولايات المتحدة الامريكية ومن مساهماته على المستوى الاجتماعي الاوسع فقد أسس النظام البريدي والشرطة ومكافحة الحرائق كمؤسسات خدمية للبلاد. ومن أبرز إسهاماته في الجانب السياسي انه أسس الحزب الديمقراطي. وقد انطبق قوله: « إذا اردت ان يخلد ذكرك بين الناس ولا ينسوك حال موتك وتعفنك فأما ان تكتب ما يستحق القراءة أو تعمل ما يستحق ان يُكتب ».

جوزيف بلاك

1799 - 1728



الخط الزمني: 1746 – 1750 يدرس الكيمياء في جامعة ايدنبيرك. 1754 يقدم أطروحة عن دورة التفاعلات في الكيمياء. 1756 – 1766 شغل منصب أستاذ الطب ومحاضر للكيمياء في جامعة غلاسكو. 1757 يكتشف فرضية الحرارة الكامنة. 1766 يعين أستاذا للكيمياء في ايدنبيرغ وهو منصب شغله حتىٰ وفاته في 1799.

ولد جوزيف بلاك في بوردو في فرنسا وكان ابنا لتاجر نبيذ وتلقىٰ تعليمه في بلفاست وغلاسكو. تتلمذ علىٰ يد الأستاذ وليام كولن وسرعان ما تحولت علاقتهما إلىٰ أستاذ ومساعده. لقد كان كولن بارعا في مجالات الكيمياء وتصنيف الأمراض

وتقسيمها إلىٰ أربع مجاميع رئيسية إلّا أن شهرته ذاعت بسبب طريقة تدريسه غير التقليدية ومحاضراته المحفزة للابتكار ويبدو ان هذه المحاضرات قد اثمرت مع بلاك الفتىٰ الذي ترجم إعجابه في مجال الكيمياء وبالرغم من براعته إلّا أنه لم ينشر شيئا من عمله خلال حياته.

إعادة اكتشاف ثاني أوكسيد الكاربون

بالرغم من اكتشاف جان باتيستا فان هيلمونت وجود غازات تختلف عن الهواء قبل أكثر من قرن مضىٰ إلّا أن القليل من العمل التجريبي دون ملاحظات حول ذلك. ولذلك كان هذا العالم هو الذي ينسب إليه اكتشاف ثاني أوكسيد الكاربون والذي اسماه (الغاز الثابت) ورغم الجدل حول مكتشف هذا الغاز إلّا أنه من المؤكد ان بلاك كان أول من فهم وقيم مميزات هذا الغاز بالتالي ساهم في التأسيس للكيمياء الحديثة.

أهمية طريقة العمل

أكد بلاك أهمية التجارب الكمية وكانت هذه خطوة متقدمة في علم الكيمياء آنذاك وأسست لمعيار جديد وقد استثمر هذه الطرائق لبناء مؤلفه المهم (تجارب حول المغنيزيا البيضاء والكلس ومواد قاعدية أخرىٰ) 1756.

أوضح في هذا الكتاب التغيرات الكيمياء في سلسلة من التفاعلات أصبحت منهاجا تجريبيا وتعريفيا في هذا العلم. فقد

لاحظ كيف ان الكلس (كربونات الكالسيوم) أنتج أوكسيد الكالسيوم والهواء الثابت (ثاني أوكسيد الكاربون) عند تسخينه. بعد ذلك قام بخلط أوكسيد الكالسيوم مع الماء فانتج هيدروكسيد الكالسيوم وبإعادة خلط هذا مع ثاني أوكسيد الكاربون استطاع إرجاع كربونات الكالسيوم مرة أخرىٰ مع الماء. وبمقارنة اكتشافاته مع انطوان لافوازيه بعد عدة سنوات استنتج بلاك بأن ثاني أوكسيد الكاربون كان غازا مختلفا عن الهواء الجوي ويدخل في تركيبه بنسبة قليلة فقط وشرح أيضًا كيف ان إزالة ثاني أوكسيد الكاربون من حجر الكلس ترك الأخير أكثر قاعدية مع إبقاء التأثيرات معكوسة. ومن ذلك تثبت الصفات الحامضية للغاز. وأثبت بلاك أيضًا ان ثاني أوكسيد الكاربون ينتج خلال التنفس واحتراق الفحم وخلال عملية التخمر ولا يسمح هذا الغاز باشتعال الشمعة ولا يحترق ولا يديم حياة الحيوان.

فيزياء الحرارة

التفت بلاك لاحقا إلىٰ الفيزياء وهنا أيضًا استطاع ان يكتشف بعض المبادئ ويضيفها لأساسيات هذا الحقل خلال تجاربه المتلاحقة وقياسه النتائج اكتشف مبدأ الحرارة الكامنة وهي قابلية المادة علىٰ امتصاص الحرارة بدون ان تتغير درجة حرارتها. ومن اهم الأمثلة علىٰ ذلك تحول الثلج إلىٰ ماء بدرجة صفر درجة مئوية فالعملية تحتاج إلىٰ امتصاص الحرارة بالرغم من ان عملية التحول لم ترفع من حرارة المادة. وهكذا يصدق علىٰ تحول الماء

إلىٰ بخار وجميع المواد الصلبة إلىٰ سوائلها والسوائل إلىٰ غازات. وهنا استطاع بلاك ان يميز بين الحرارة ودرجة الحرارة. وقد تم استغلال هذه المعلومات حالا من قبل جيمز واط الذي استفاد من الاكتشاف خلال تكثيفه بخار المحرك الجديد.

الإنجازات الأخرى

فصّل بلاك أيضًا نتائج كثيرة أخرىٰ تتصل بالحرارة ومنها: الحرارة النوعية والتي تتعلق باختلاف كميات الحرارة المطلوبة منْ أَجل تحويل أوزان متساوية من مواد مختلفة إلىٰ نفس درجة الحرارة. من هذا العمل تطور علم السعرات وقياسها وهي طريقة دقيقة لقياس الحرارة إلىٰ اليوم وصُمم علىٰ أثرها جهاز مقياس السعرات.

هنري كافندش

1810 - 1731



الخط الزمني: 1731 ولد كافندش في نيس فرنسا لعائلة ارستقراطية. 1753 يترك جامعة كامبردج دون الحصول على شهادة. 1798 ينشر تقديره لكثافة الأرض وهو مقارب لما يعتقد انه المقدار الحالي. 1871 أسس مختبر كافندش الشهير كوقف لجامعة كامبردج من خلال إسهاماته الكبيرة.

من أكثر الأشخاص الذين انطبقت عليهم الصورة النمطية للعالم المسلي غريب الاطوار هو هنري كافندش. ولد كافندش لعائلة إنكليزية ارستقراطية وورث مالا كثيرا منتصف حياته سخره لحياته الغريبة. لقد كان يبني إدراج ومداخل سرية لبيوته في لندن حتىٰ لا يتعامل أو لا يلتقي مع الخدم وكان يتواصل

معهم فقط عبر الكتابة لم يتحدث مع النساء قط وكان يعمل ما بوسعه لتجنبهن وعدم النظر إليهن وكان يظهر فقط في العلن منْ أَجل حضور اجتماعات علمية ان هذا السلوك الغريب وفر له العزلة التي أهلّته ان يجري تجارب كثيرة والتقدم علميا بالرغم من منهجيته التي لا تقل غرابة عن شخصيته.

بدافع الفضول

لم يكن المحرك الرئيسي لكافندش هو البحث العلمي وانما الفضول. ولذلك أخفق في إيصال استنتاجاته العلمية وفرضياته إلىٰ مرحلة النشر لقد قام بإجراء تجارب مجهدة في الفيزياء والكيمياء ومعظم الناس يتذكرون اسمه للحقل الأخير حَيثُ نشر بعض الرسائل في هذا المجال. ومن أشهرها المنشورة في 1766 وهي الأبحاث التي ضمت التجارب حول الغازات الصناعية (وهي المتولدة من تفاعل المواد السائلة والصلبة). في هذه التجارب أوضح كافندش الفرق بين الهيدروجين (الهواء المحترق) وثاني أوكسيد الكاربون (الهواء الثابت) عن الهواء الجوي. وبالرغم من ان جوزيف بلاك كان بصدد الوصول إلىٰ اكتشافات مشابهة حول الهواء الثابت إلّا أنه ينسب لكافندش بانه الرائد في الفصل بين مكونات الهواء والقابل للاشتعال منها. لقد تمكن من تطوير تقنيات رصينة لإيجاد وزن الغازات وفي تجارب أخرىٰ حوالي 1781، اكتشف بان الهواء المشتعل (الهيدروجين) يختلط مع ما يعرف اليوم بالأوكسجين (هواء

الغلاف الجوي) وبنسبة 2: 1. وكما هو الحال في الماء بكلمات أخرىٰ فان الماء ليس عنصرا وانما مركبا يتكون من جزئين من الهيدروجين وجزء واحد من الاوكسجين وهذا ما تعبر عنه الكيمياء الحديثة بـ H2O. وبسبب ابتعاده عن النشر لم تظهر النتائج حَتىٰ سنة 1784 مما سبب اختلاط مع النتائج المشابهة التي توصل إليها انطوان لافوازيه (1743 – 1794) وجيمز واط (1736 – 1819). ومن اكتشافاته الأخرىٰ ان تركيب الهواء ظل متشابها بغض النظر عن العينات المأخوذة وبقي يتشكل من جزء من الاوكسجين مقابل أربعة أجزاء من النتروجين. لقد كانت تجاربه غير مسبوقة أيضًا فقد حاول تفكيك الهواء عن طريق تفجيره من خلال توليد الشرارة الكهربائية ووجد أيضًا وجود راسب حوالي 1٪ من الكتلة الأساسية لا يمكن ان ينقسم إلىٰ أجزاء أصغر واكتشفت هذه المادة بعد قرن من الدراسة وأُطلق عليها اسم اركون. بنفس السلسلة من التجارب اكتشف حامض النتريك بعد إذابة أوكسيد النتروجين في الماء.

سابق لعصره

كان من الممكن ان يذكر كافندش كأعظم الفيزيائيين لتجاربه واكتشافاته التي سبق غيره بها بنصف قرن إلّا أنه كان مقلّا بالنشر. وبقي معظم عمله غير منشور حَتىٰ القرن التاسع عشر عندما عُثر علىٰ ملاحظاته فقد التزم العالم جيمس كلارك ماكسويل (1831 – 1879) بنشر اعمال كافندش وقد أكمل هذه

المهمة في 1879، لكن عندها كانت اكتشافاته قد توصل إليها غيره فضاعت ريادته بالتقادم. لقد اضطلع كافندش بالعمل واكتشف قوانين سميت لاحقا بعد مكتشفيها مثل تشارلز كولومب (1736 – 1806) وجورج اوم (1789 – 1854) ومايكل فرداي (1791 – 1867). ومن طرقه الغريبة لقياس شدة التيار الكهربائي انه كان يسحب الأقطاب بيديه ويقيس مقدار الألم الذي تسببه.

قياس الأرض

من التجارب الفيزيائية التي اجراها كافندش وتسمى على اسمه اليوم هو العمل على إيجاد كتلة الأرض بالاستناد إلى قوانين نيوتن ففي حين عمل الأخير على الكتل العملاقة والكبيرة، فقد عمل كافينديش على الأجسام الصغيرة وتوصل إلى نتائج مهمة تتقارب مع ما استنتجه علماء العصر الحديث لإمكانياتهم الأكثر تطورا. ومنها أيضًا ان كثافة الأرض تسوي 5.5 ضعفا للماء.



جوزيف بريستلي

1804 - 1733



الخط الزمني: 1766 بريستلي يلتقي بنيامين فرانكلين ويوقظ فضوله العلمي. 1767 يطبع (تاريخ الكهربائية وحاضرها). 1771 يكتشف ان النبات يعوض مقدارا كافيا من الهواء في قارورة مغلقة يبقي شمعة مشتعلة. 1774 يكتشف الاوكسجين بمعزل عن كارل شيلي الذي يعلن اكتشافه في 1777.

لم يكن جوزيف بريسلي أحد العلماء الأوائل لكنه أصبح من اهم الكيميائيين التجريبيين للقرن الثامن عشر. لقد تدرب كوزير مرشح مع اهتمام كبير بالسياسة والفلسفة والتاريخ واللغات ولم يتغير الحال حتى التقى ببنيامين فرانكلين ف 1766 فاستيقظت بديهته العلمية. كانت رحلته اللاحقة سببا في شهرته

بالرغم من جوانب القصور العلمي التي احاطته لبقية حياته وكرس وقته فيما بعد للتدريس والتبشير.

البدايات مع الكهرباء

كانت محاولاته الأولىٰ هي في الفيزياء وقد شجعه فرانكلين علىٰ ذلك من خلال اعارته لكتبه حَتىٰ خلُص بريسلي إلىٰ تأليف (تاريخ الكهربائية وحاضرها) في 1767. وكان هذا المؤلف هو خلاصة وإيجاز كل ما عرف إلىٰ ذلك اليوم عن الكهرباء وتضمن الكتاب بعضا من مساهماته الشخصية أيضًا ومنها ان الجرافيت مادة موصلة للكهرباء.

انجذابه للكيمياء

لم تستحوذ الفيزياء علىٰ اهتمامه لوقت طويل فقد أصبح شغوفا بالتجارب الكيميائية. وبسبب تسنمه منصبا وزاريا في ليدز في 1767، كان بإمكانه ان يحصل علىٰ ما يريد من مادة (الهواء الثابت) أو ثاني أوكسيد الكاربون لينطلق بعمله. وقد حصل علىٰ كميات من هذا الغاز من خلال ما تطلقه عمليات التخمر في خمارته المحلية. من بين الأشياء الأخرىٰ قاد ذلك بريسلي إلىٰ ابتكار ماء الصودا ولم يكن يعرف مستقبل هذه الصناعة الكبيرة للمشروبات الغازية. لقد صمم بريسلي جهازا جديدا اسماه (منخفض تجميع الغاز) وملأه بالزئبق ثُمَّ قام بتسخين المواد الصلبة الطافية فيه وبذلك استطاع من عزل وتجميع الغازات

فوق الزئبق. استطاع بريسلي ان يكتشف أربعة غازات جديدة تعرف اليوم بأوكسيد النتروز (غاز الضحك) ثاني أوكسيد النتروجين واوكسيد النتريك وكلوريد الهيدروجين.

اكتشاف الغازات

لقد كانت الفترة المواتية لنجاح بريسلي هي تلك التي كانت بضيافة لورد شيلبورن في مقره في كالني، ولتشاير 1773 – 1780. تم تعيينه كمكتبي ومعلم لأولاد شيلبورن مما أتاح لبريسلي الحرية الكافية لإكمال دراساته العلمية كما يحلو له وخلال وقت قصير اكتشف النتروجين وأول أوكسيد الكاربون وثاني أوكسيد الكبريت والامونيا ورابع فلوريد السليكون لكن الغاز الذي اكسبه الشهرة هو ما يعرف اليوم بالأوكسجين.

اكتشاف الاوكسجين

صادف بريسلي الاوكسجين في 1774 خلال عملية تسخين أوكسيد الزئبق ورأىٰ كيف ازداد احتراق الشمعة بشكل ملحوظ وكيف انه اطال من عمر الفئران المختبرية وكان أفضل بنسبة خمسة إلىٰ ست مرات من الهواء المعتاد (اكتشف كارل شيلي الاوكسجين أيضًا بشكل منفصل في 1772 ولم ينشر نتائجه حَتىٰ 1777) ومن استنتاجات بريسلي أيضًا ان النبات يولد أو يجدد الهواء في قارورة مغلقة بحَيثُ يكفي لإشعال شمعة بعد انطفائها. وقد لاحظ أيضًا أهمية ضوء الشمس في نمو النباتات وكانت هذه

بادئة سلسلة التجارب في التصنيع الضوئي للنباتات. ولم يكن يعرف بريسلي أهمية اكتشافه فتُرك الامر لانطوان لافوازيه الذي اطلع على استنتاجاته في 1775 ليؤسس للدور المركزي الذي يلعبه الأوكسجين في الكيمياء وعلوم الحياة.

وعوضا عن ذلك اكتفى بريسلي باكتشافه للهواء (الفلوجستوني) وهو مسمى قديم يدل على مادة الاحتراق الافتراضية فكل ما هو قابل للاحتراق يحوي على الفلوجستون.

خاتمة

لقد أجرى بريسلي تجارب مختبرية حول كثافة وانتشار والتوصيل الحراري للغازات بالإضافة إلى تأثير الشحنات الكهربائية عليها ولقد توقفت تجاربه العلمية بعد هجرته إلى بنسلفينيا في الولايات المتحدة في 1794. وقد اضطر بريسلي لاتخاذ هذه الخطوة بعد ان تعرض مختبره في برمنغهام إلى الاعتداء التخريبي نتيجة موقفه المساند للثورة الفرنسية التي رأى فيها العلاج الناجع للفساد المتفشي في مجتمع ابتعد عن ربه.

جيمس واط

1819 - 1736



الخط الزمني: 1764: يحدد واط مواطن عدم كفاءة محرك نيوكومان البخاري. 1765: يجيء بفكرة تفتح الطريق للثورة الصناعية. 1768: ينتج النموذج الأولي لمحركه المحسن. 1788: يبتكر لوحة السرعة (متحكم الطرد المركزي). 1790: ينتج النسخة الممتازة من (محرك واط).

من الأخطاء الشائعة ان ينسب أول محرك بخاري إلى العالم جيمس واط. بالحقيقة فقد كان من اختراع توماس نيوكومان بربع قرن قبل ولادة واط، إلّا أن الأخير ذاع صيته في هذا المجال بسبب استخداماته الواسعة التي تعدت عالم المناجم والتعدين عند نيوكومان. فبالرغم من ان الشرارة الأولى كانت من صنع

نيوكومان إلّا انواط هو من استغل كل إمكانيات هذا الابتكار ليحرك معه عجلة الثورة الصناعية.

الحادث السعيد

كما هو الحال مع معظم الاكتشافات التاريخية، فان المصادفة تلعب دورا هاما في تغيير مجريات الاحداث. لقد استدعي جيمس واط منْ أَجل تصليح محرك نيوكومان البخاري وكان ملكا لجامعة غلاسكو لأغراض تعليمية. وساقت هذه الحادثة اختراع نيوكومان لعينين فاحصتين استطاعتا ان تشخصا بدقة مواطن الضعف في هذا المحرك. واهم النقاط التي انتبه إليها هي الوقت والوقود المهدور في عملية تكثيف البخار حَيثُ تتم في نفس غرفة تصاعد البخار لدفع المكبس وعند تبريده تبرد كل الأجزاء القريبة ومن بينها المكبس مما يتطلب وقودا إضافيا لإعادة تسخينه. هذه العملية تجعل تكرارات الحركة قليلة نسبيا بالعمل المطلوب.

بناءً على ذلك حسّن واط هذه النقاط بعمل متواصل حَيثُ توصل إلى نموذج مطوّر وبكفاءة أعلى في 1765 بعد ان كان يتمشى في ربوع غلاسكو وخطرت بباله فكرة للحل؛ حَيثُ يجب ان تتم عملية التكثيف في غرفة منفصلة لمنع هدر الوقود والوقت وإبقاء الأسطوانة والمكبس ساخنين طوال الوقت، وهنالك صخرة تذكارية لهذه الحادثة.

شركاء واط

مع حلول عام 1768، أنتج واط أول نموذج مصنّع لمحركه الجديد. عندها دخل في شراكة مع جون روباك منْ أَجل تصنيع وتسويق هذا المنتج تحت عنوان: الاختراع الجديد، استهلاك البخار والوقود في المحركات النارية. بعد فترة أعلن روبوك إفلاسه ولكنه بذلك مهّد لجيمس عقد شراكة أكبر مع رجل الاعمال ماثيو بولتون في 1775. وحالا، تم التقديم على تسجيل براءة الاختراع لدى البرلمان الإنكليزي باسم بولتون وواط لتكون الشركة المنتج الحصري لهذه المحركات لمدة خمسة وعشرين عاما. ان هذه الخطوة مكنت الشركة من احتكار سوق إنتاج المحركات لصالحهما، وإثراء واط مع حلول سن تقاعده في عام 1800. ان هذا الاحتكار والمال الوفير الذي تدفق من جرائه لم يغرِ واط لأن يكون راضيا عن إنتاجه وظل يحسن بمكائنه حَتىٰ توصل لنسخته الممتازة في 1790 واسماها (محرك واط). لقد أحدث طفرة نوعية بالتصميم حين طور حركة الصعود والنزول إلىٰ حركة دورانية. لقد كانت الحركة الأولىٰ مفيدة لتخليص المناجم من المياه التي تهاجمها اثناء الحفر ولكن الحركة الدورانية هي التي أدخلت المحرك في كل المجالات الصناعية ومنها مصانع القطن التي أدرك معها ريتشارد اركرايت ان بمقدورها غزل القطن ومِنْ ثَمَّ صناعة النسيج. أما طاحونات الورق والحبوب فكانت من أهم المستفيدين من هذه الخاصية. وفي 1788، استخدم المحرك

البخاري للنقل البحري للمرة الأولى. بنفس السنة توصل واط إلى ابتكار (متحكم الطرد المركزي) الذي يتحكم بسرعة دوران المحرك بالتالي يجعل سرعته ثابتة مما أسس لعلم الحركة الذاتية وتطبيقاتها اللاحقة.

تأثير واط

كان لدى واط اختراعات أخرى مثل العداد ومطبعة متعددة النسخ والابرز من ذلك كان أول من استخدم مصطلح (القوة الحصانية) للإشارة إلى عدد الاحصنة اللازمة لمعادلة قوة السحب لمحركه. في 1882، سمت الجمعية البريطانية وحدة القوة بالواط مما رسخ من شهرة هذا المخترع. لقد أسس واط باختراعاته المختلفة لعصر الثورة الصناعية خاصة بعد اختراع المحرك الدوار الذي أدخل المكننة في عالم الصناعة.

جارلس دي كولوم

1806 - 1736



الخط الزمني: 1777 ينشر مبادئ تصنيعه لميزان الالتواء الدقيق. 1781 يتم ترشيحه للأكاديمية الفرنسية للعلوم. 1785 ينشر المبدأ الذي عُرف فيما بعد باسم قانون كولوم. 1802 تم تعيينه مفتشا عاما.

لقد انحدر تشارلز اوغستين دي كولوم من عائلة ضليعة بالقانون في منطقة لانغويدوك في فرنسا وبعد ان ترعرع في غرب فرنسا انتقلت عائلته إلى باريس وعندها دخل كلية مازارين. درس اللغات والأدب والفلسفة وقد أُتيحت له أفضل فرص التعلم في الرياضيات وعلم الفلك والكيمياء وعلم النبات قبل ان مضى لدراسة الهندسة. في ذلك الحين كانت الكهربائية تتبلور

كعلم قائم بذاته خلال القرن الثامن عشر وكان العلماء قد بدأوا للتو بفهم سلوكه وكيف يمكن ان يُستغل والاهم من ذلك كيف يسخر للاستخدام خاصة وانه في ذلك الحين كان نيوتن قد قدم اكتشافه الرائد حول الجاذبية فتخيل مدى التأثير لو ان اكتشافا موازيا بالأهمية ظهر في ذلك الحين وكيف سيؤثر أحدهما على تطوير الآخر. وينسب إلى كولوم هذا الاكتشاف.

الميزان الدقيق

قبل ان يمضي كولوم في إثبات ظاهرة كهذه كان عليه ان يبتكر ميزان التواء عالي الحساسية لقياس تجاربه الكهربائية وقد أوضح هذه المبادئ في بحثه الصادر 1777 وأكمل تصنيع الميزان الذي يتحسس قوة تصل من الصغر إلى واحد من مئة ألف جزيء من الغرام. كان التطبيق يتكون من أسطوانة زجاجية كبيرة وعليها علامات للقياس وبداخلها قصبة مغطاة بالشمع معلقة بشكل مواز لأرضية الجهاز على قطعة من خيط حريري. ويعتمد القياس على التأثير المتبادل للقوة الكهربائية لكرتين مشحونتين واختبارها بمسافات مختلفة.

قانون كولوم

بالرغم من ان هنري كافندش (1731 – 1810) كان قد أشار إلى القانون إلّا أنه لم يتوصل إلى دراسة منشورة ونستطيع ان نبسط قدر الإمكان قانون كولوم لينص على ان قوة التجاذب

أو التنافر بين شحنتين في الفراغ تتناسب تناسبا طرديا مع القيمة المطلقة لحاصل ضرب شحنتيهما وعكسيا مع مربع المسافة بينهما فعلى سبيل المثال فان كانت المسافة بين الجسمين المشحونين ثلاثة اضعاف فان القوة ستتضاءل تسعة اضعاف. بكلمات أخرى كان قانون نيوتن للجاذبية منعكسا في الكهربائية. لقد نُشر قانون كولوم في 1785 كإحدى الرسائل لسلسلة تتكون من سبعة كتبها الفرنسي بين تلك السنة و1791، والتي فيها أوضح نتائج تجاربه وملاحظاته وقد وجد كولوم خلال تجاربه المستمرة مبدأ مشابه يتصل بالعلاقة بين القوى المغناطيسية مما مهد للاعتقاد من قبل آخرين ان الجاذبية والمغناطيسية والكهربائية كانت ظواهر متعالقة. أما كولوم فلم يكن على استعداد لان يخوض في هذا الاعتقاد حَيثُ كان يعتقد ان الكهربائية والمغناطيسية سائلين منفصلين. ولذلك تُرك الامر لهانز كريستيان اورستد (1777 – 1851) وإلى اندريه ماريه امبير (1775 – 1836) ومايكل فرداي (1791 – 1867) لتفصيل ظاهرة المغناطيسية الكهربائية.

المهندس العسكري

في الوقت الذي اشتهر فيه كولوم لدراساته في مجال الكهرباء كان قد حقق اكتشافات مهمة في مجالات أخرى فقد كان مهندسا في الجيش ويعمل في ممتلكات فرنسا في غرب الهند. وأمضى الكثير من وقته في تصميم وبناء الحصون وما زال مصطلح (خط الدفع) مستخدما في مجال البناء. لقد عرفت وحدة القياس العالمية الخاصة

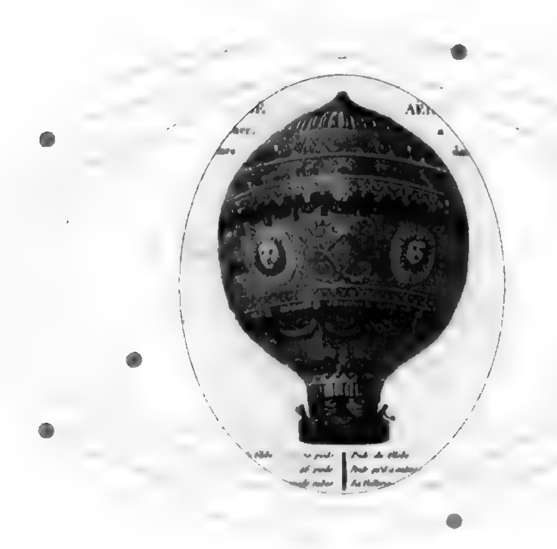
بالشحنة الكهربائية وهي مرور تيار بمقدار امبير واحد خلال ثانية واحدة بالكولوم.

قانون كولوم للاحتكاك

لقد نسب الكثير من المتابعين للمسيرة العلمية علم الاحتكاك إلى كولوم. فخلال عمله كمهندس عسكري غالبا ما كان يظهر موضوع الاحتكاك مما شجع عالمنا لتكريس عدة سنوات من الدراسة لهذا الموضوع وتوصل في النهاية إلى تفصيل قانون كولوم للاحتكاك والذي من خلاله أوضح العلاقة بين الاحتكاك والضغط المسلط وهذا هو العمل الذي اهلّه لان يعيّن في قسم الميكانيكا لأكاديمية العلوم في 1781.

جوزيف مونتغولفر

1810 - 1740



الخط الزمني: 1782 يبدأ الاخوة مونتغولفر رحلتهما للتحقق من إمكانية حمل البالون ذي الهواء الساخن للإنسان. 4 حزيران 1783 أول عرض عام لبالون الهواء الساخن في انوناي. 19 أيلول 1783 يحمل البالون خروفا وبطة وديكا للملك لويس السادس عشر. 21 تشرين الثاني 1783 أول رحلة جوية لإنسان في التاريخ.

كان الاخوان جوزيف وإتيان جزءًا من عائلة ذات ستة عشر من الاشقاء الذين ترعرعوا في ظل ابيهم صاحب مصنع لصناعة الورق. لقد لاحظوا ان بقايا الورق المحترق فوق النار المفتوحة سيدفع بهذه البقايا إلى الأعلى. في حوالي سنة 1782 بدأ الاخوان بتفحص حقيقة حمل الإنسان جوا. فبدأوا تجاربهما

ليس بالهواء الحار فقط ولكن أيضًا بغاز الهيدروجين (ولقد كان مواطنهما جاك ألكسندر سيزار تشارلس أول من استخدم الهيدروجين لنفخ البالونات) منْ أَجل ان يقارنا كفاءة حملهما جوا ومع حلول سنة 1782 نجحا في جعل الطرود الورقية المنفوخة بالهواء الساخن ترتفع نحو سقف بيتهما.

الطيران الأول

بعد هذا النجاح المبدئي أخذ الاخوان على عاتقهما تصنيع أول بالون كبير الحجم. وبحول الرابع من حزيران 1783 كانا جاهزين. لقد أنتجا كرة من القماش مبطنة بالورق وبقطر اثنتي عشر ياردة. لقد نفخا البالون باستخدام النار المشتعلة في الصوف والقش وكان هذا العرض على مرأي الجميع في انوناي قرب لايونز. لقد نجحت الرحلة وارتفع ابتكارهما ألفي ياردة ولمدة عشرة دقائق.

جمهور ملكي

لقد وصلت انباء الاخوين باريس وطلب الملك لويس السادس عشر ان يستعرضا بالونهما في فيرساي. لقد وأفق الاخوان مونتغولفر وصنعا بالونا أكبر وارسلاه جوا محملا بخروف وبطة وديك كهدية بالإضافة إلى مهارتهما في تقديم عرض مبهر كانا يهدفان من ذلك ان يثبتا ان بإمكان هذا البالون حمل الكائنات الحية دون الاضرار بحياتها وكان الحدث يوم التاسع عشر من

أيلول 1783 وبالرغم من ان زمن الرحلة كان قصيرا إلّا أن البالون قد قطع ميلين بارتفاع يربو علىة ألف وخمسمئة قدم، والاهم من كل ذلك بان الحيوانات وصلت الأرض بسلام. لقد أرسي الاخوان قواعد حلم داعب الإنسان منذُ وقت بعيد: الطيران، لقد تطوع أصدقاء العائلة جان فرانسوا ديروزير وفرانسوا لورنس وهو ماركيز دي – ارلاندس للقيام بهذه الرحلة وبذلك انطلق الاخوان ليصنعا بالونا أكبر قادرا على حمل الوزن البشري وقد زوداه بفرن للحفاظ على الارتفاع خلال الرحلة.

الرحلة البشرية

كان يوم 21 تشرين الثاني 1783 يوما تاريخيا. لقد ارتقى الصديقان التجريبيان البالون الذي حلق عبر باريس لمدة خمس وعشرين دقيقة وبالرغم من احتشاد الناس إلّا أن المركيز علق وقال: « لقد كنت مندهشا من حالة الصمت وغياب الحركة التي سببتها رحلتنا واظنهم كانوا مذهولين للمنظر ». لقد ارتفع الرجلان بضعة مئة من الاقدام محمولين بنار وقودها القش لكنهما ارتفعا بما يكفي لتلافي الاصطدام بسطوح المنازل التي كانت قريبة نوعا ما منهما وبالرغم من ان الرحلة كانت قصيرة فقد قطعا عدة اميال وهبطا في حقل على أطراف المدينة دون ان يلحق بهما أي ضرر وشعرا بالانتصار فالآن فقط استطاع الإنسان ان ينتقل في الهواء ومثلت هذه مرحلة جديدة للإنسان.

ان استخدام الحيوانات التجريبية أُعيدت عند إطلاق سبتنك الثاني الروسي في الثالث من تشرين الثاني 1957 إلّا أن لأيكا الكلب لم يفلح في النجاة على عكس حيوانات الاخوين مونتغولفر.

إرث الاخوة مونتغولفر

لازم حلم الطيران الإنسان منذُ ان شاهد الطيور وظهر في اساطيره المختلفة ولم يغب عن محاولاته في سحب هذا الحلم إلى عالم الحقيقة وهذا وما حققه الاخوان الفرنسيان جوزيف مايكل مونتغولفر وجاك إتيان (1745 - 1799) لقد شاهدا ظاهرة فيزيائية بسيطة واستغلا هذه الملاحظة لتحقيق حلم طالما كان عصيا على البشر.

كارل ويلهايم شيلي

1786 - 1742



الخط الزمني: 1772: يكتشف شيلي الاوكسجين، يسبق جوزيف بريستلي بسنتين، لكنه لا ينشر اكتشافه إلّا في 1777. 1774: يكتشف الكلور. 1775: ينتخب كعضو لأكاديمية ستوكهولم الملكية للعلوم. 1777: يطبع كتابه (مشاهدات وتجارب كيميائية في الهواء والنار).

تشارك العالمان جوزيف بريستلي وكارل شيلي حبهما للكيمياء التجريبية واكتشفا منفصلين عنصر الاوكسجين في القرن الثامن عشر. لكن ادعاء شيلي بأنه هو من اكتشف الاوكسجين مقنع أكثر من ادعاء بريستلي حَيثُ كان قد تأخر سنتين عن صاحبه!

بالرغم من المصاعب

واجه شيلي تحديات أوسع لأنه لم يحظ بتعليم جيد وارتبط بعمل بدوام كامل منذُ الرابعة عشرة من عمره، وقد اجبره العوز على إجراء تجاربه الكيميائية بأجهزة منقوصة ومساحات ضيقة. لقد عمل شيلي كصيدلي ممارس في غوتينبيرغ ومالمو وستوكهولم واوبسالا حَتىٰ 1775 حَيثُ انتهىٰ به التنقل إلىٰ كوبينغ وفتح صيدليته الخاصة هناك. في هذه السنة أيضًا تم ترشيحه لعضوية أكاديمية ستوكهولم الملكية للعلوم وقد جاء هذا العرض بالكثير من العروض المشابهة خارج البلاد لكنه فضل ان يحتفظ بعمله في كوبينغ ليتسنىٰ له إجراء تجاربه علىٰ هواه دون التزامات إضافية.

الاوكسجين قبل بريستلي

في 1772 انتجت جهود شيلي العلمية اكتشاف مادة الاوكسجين، قبل سنتين من اكتشافه ممن قبل بريستلي. لقد توصل إلىٰ (هواء النار) باستخدام عدة مصادر، ومنها تسخين أوكسيد الزئبق وحامض النتريك ونايترات البوتاسيوم والاهم من ذلك انه ربط اكتشافه بالغلاف الجوي وعملية الاحتراق. وقال ان (هواء النار) سهّل عملية الاحتراق. وكما هو الحال مع بريستلي فلم يدرك أهمية اكتشافه وبقي مرتبطا بالفلوجستونية (نظرية الاحتراق القديمة) الشهيرة آنذاك. ومع ذلك فالاكتشاف ينسب لبريستلي حَيثُ لم ينشر اكتشافه العلمي حَتىٰ 1777 في

كتابه الوحيد: (مشاهدات وتجارب كيميائية في الهواء والنار). عندها كان قد ذاع صيت بريستلي لاكتشافه (الهواء المحترق أو الفلجستوني).

الغاز الأخضر

اكتشاف شيلي للكلور لم يكن بأكثر حظا من سابقه لدى العالم الذي لم يقدّر أهمية اكتشافه. لقد عزل غاز الكلور الأخضر في 1774. لكنه لم يعرف كعنصر قائم بذاته إلّا بعد التجارب التي أقامها علماء آخرون مطلع القرن التاسع عشر.

مجموعة ملونة من الاكتشافات

كان شيلي مولعا باكتشاف مواد كيمياوية جديدة؛ فمنذُ 1770 وصاعدا اكتشف عددا كبيرا من المركبات ومنها: ثاني أوكسيد المنغنيز ورابع فلوريد السيليكون واوكسيد الباريوم وارسينات النحاس والجليسيرول وفلوريد الهيدروجين والسلفات والسيانيد. بالإضافة إلى الاحماض الجديدة ومنها: حامض الستريك والارسينيك والهيدروسيانيك واللاكتيك والتارتاريك والبروسي وأنواع من التنجيستيك.

شهيد علمه

لم تكن هذه الاكتشافات بدون ثمن، فقد تعرض شيلي لسنوات طويلة لأنواع مختلفة من المواد الكيمياوية وكان من

بين الاختبارات عمليتا التذوق والشم! كل ذلك ساهم في موته المبكر ولم يناهز الثالثة والأربعين من عمره.

عالِمٌ غيور

يعتبر شيلي من أغزر العلماء اكتشافا للمركبات الجديدة في العالم. وما يجعله استثنائيا حقا انه لم يتلق التعليم الأكاديمي المنسب ولم يتوفر على المواد والأجهزة اللازمة لتجاربه بالإضافة إلى مساحة العمل الخانقة. كل ذلك يدل على حرصه وغيرته العلمية وإصراره المذهل. لقد عرض شيلي أيضًا أثر الضوء على املاح الفضة وهي ظاهرة أسست لمستقبل التصوير الفوتوغرافي.

انطوان لافوازيه

1794 - 1743



الخط الزمني: 1784 يلتقي لافوازيه بالكيميائي الإنكليزي جوزيف بريسلي في باريس. 1788 يسمي الاوكسجين. 1789 يطبع كتابه (مبادئ الكيمياء). 1794 تم إعدامه بالمقصلة.

بالرغم من الجدل الحاصل في الأوساط العلمية، فان لافوازيه يعد بحق أبو الكيمياء الحديثة وغالبا ما كان يعمل من حَيثُ انتهى الآخرون مثل هنري كافندش (1731 – 1810) وجوزيف بريسلي (1733 – 1804) وكارل شيلي (1742 – 1786) لكنه تميز باستنتاجاته المنطقية وفرضياته التي أوضحت وأسست مبادئ الكيمياء للعصر القادم وكان تأثيره لا يقل أهمية عن تأثير نيوتن

في الفيزياء. وكان من المنطقي ان يتوقع بانه سيكافئ بالأوسمة والتقدير من مواطنيه إلّا أنه فقد رأسه.

قانون حفظ المادة

لقد عمل لافوازيه في سنواته الأولىٰ تجارب كثيرة يزن فيها المواد قبل وبعد عمليات الاحتراق أو التسخين ولاحظ ان الحاويات المغلقة لا تكتسب ولا تفقد أي وزن خلال عملية الاحتراق وبذلك استنتج قانون حفظ المادة. فذكر ان المادة لا تُفنىٰ ولا تُستحدث ولكنها تتحول من شكل إلىٰ آخر خلال عملية التسخين فلا نفقد في الحقيقة أي شيء وبذلك دحض لافوازيه افتراض نظرية الفلوجستون التي سادت آنذاك وهي ان هنالك مادة غامضة تنتقل اثناء الاحتراق وهي المسؤولة عن العملية برمتها.

نظرية الاحتراق

من اكتشافاته الأخرىٰ التي كانت مهمة جدا هو ما يحصل عند تسخين المواد الصلبة داخل الحاويات الزجاجية فاكتشف لافوازيه ان المواد الصلبة خاصة حرق الفسفور والكبريت تكتسب الوزن اثناء عملية الاحتراق وعزىٰ ذلك إلىٰ تفاعلها مع الهواء الموجود في الحاوية أصلا ونشره في عام 1772. لقد تعززت هذه الفكرة عندما التقىٰ لافوازيه بجوزيف بريسلي وبين الأخير اكتشافه للهواء الفلوجستوني المسؤول عن عملية

الاحتراق. ترك لافوازيه الاعتقاد الغامض لبريسلي بينما سعىٰ إلىٰ العمل علىٰ تجارب لفك هذا اللغز فأعاد تجارب الرجل الإنكليزي ليعرف ما سبب زيادة وزن المواد الصلبة عند الاحتراق. بحلول سنة 1778 استنتج وبشكل قاطع بانه لم يكن هواء الاحتراق هو المادة المضافة إلىٰ المواد الصلبة المحترقة فقط وانما كان هو المادة الأساسية في عملية الاحتراق. وقد أعاد تسميته بالأوكسجين ومعناه منتج الحوامض باللغة اللاتينية. ومع ذلك لم تكن التسمية دقيقة حَيثُ إنّه ليس المسؤول عن توليد جميع الحوامض وقد اسمىٰ المركب الآخر للهواء باسم ازوت وهو ما يعرف اليوم بغاز النتروجين.

الكيمياء الحديثة

لقد نظم العالم الفرنسي ملاحظاته وتجاربه في كتابه مبادئ الكيمياء الذي أطلق الجرس لينبئ بموت نظرية الفلوجستون الغامضة وانطلاق عصر الكيمياء الحديثة. عندها كان لافوازيه قد توصّل إلىٰ أهمية الاوكسجين في عملية التنفس وشرح دور الاوكسجين في الجسم شبيها بما يحصل اثناء احتراق الكاربون واكدّ بانه أساس كل الحياة الحيوانية. وتضمن الكتاب أيضًا كل العناصر المكتشفة إلىٰ وقته وكيف تم التوصل إليها حَيثُ عمل مع علماء فرنسيين آخرين أواسط 1880. وبذلك اوجدوا نظام إعادة تسمية المركبات الكيمياوية والمعمول بها حَتىٰ اليوم وثبت لافوازيه تركيب الماء من الهيدروجين والاوكسجين وينسب خطئا

إلى جيمس واط وكافندش. وبالرغم من جميع التغيرات التي طرأت على الكيمياء الحديثة إلّا أن نظام تسمية المواد الكيميائية ينسب إلى لافوازيه بدون منازع.

نهاية غير متوقعة

بالرغم من أهمية إنجازات لافوازيه العلمية إلّا أنها لم تكن كافية لإنقاذ رقبته من مقصلة الإعدامات الواسعة على أثر اندلاع الثورة الفرنسية سنة 1789. كان السبب الرئيسي وراء إعدام لافوازيه انه كان شخصية عامه ويدير مؤسسة لجمع الضرائب وتعتبر هذه بنظر الثوار معادية لثورتهم فكان مارات قائدا ثوريا انتقده لافوازيه بشكل علمي واتخذ من ضغينته دافعا للانتقام منه في هذه الظروف بالتالي فقد حياته على مقصلة الثورة الفرنسية.

الكونت اليساندرو فولتا

1827 - 1745



الخط الزمني: 1775 يبتكر فولتا جهاز توليد الكهربائية الساكنة. 1778 يكتشف غاز الميثان. 1780 يكتشف صديق فولتا، لويجي جلفاني حركة رجل الضفدع عند لمسها بمعدنين مختلفين. 1800 يبتكر (عمود فولتا) وهي تمثل البطارية الأولى التي أحدثت ثورة في دراسة الكهرباء.

كانت دراسة الكهرباء تتقدم وتحقق خطى واسعة من خلال عمل العالم بنيامين فرانكلين (1706 – 1790) وآخرين لكن لم يتوصل أحد إلى طريقة عملية لخزن وإنتاج تيار كهربائي معين. وقد اخّر ذلك التجارب الحاصلة حول الموضوع مما حدد

من مقدار الفائدة والوصول إلى النتائج لكن أحد العلماء كان مصمما على تجاوز هذه العقبة وهو اليساندرو فولتا.

لقد ولد الإيطالي الارستقراطي في كومو لومباردي لعائلة من الذكور كان معظمهم ينتهون إلى الرهبنة. ما عدا فلوتا الذي اهتم بالعلوم ففي 1774 أصبح مدرسا للفيزياء بالمدرسة الملكية في مدينته وخلال سنة كان قد حقق اكتشافه الرائد في مجال الكهرباء حَيثُ ابتكر جهاز توليد وخزن الشحنات المستقرة واسماه (الكتروفوروس).

الضفادع الراقصة

جاء هذا الجهاز بالشهرة لفولتا فرشحّه إلى منصب رئيس قسم الفيزياء في جامعة بافيا واستمر في هذا المنصب حَتىٰ ربع قرن آخر وواصل تجاربه المختبرية مهتما بشكل خاص بعمل لويجي جلفاني. لقد لاحظ زميل له منظرا غريبا اثناء درس التشريح وهو ما ان يلامس أرجل ضفدع ميت بمعدنين مختلفين فان الارجل تتحرك حَيثُ تتقلص عضلاتها. وقد استنتج جلفاني خطئا هو ان النسيج الحيواني كان يخزن نوعا من الكهربائية ويطلقها عند ملامسته بالمعادن.

عمود فولتا

لكن فولتا على اية حال لم يكن مقتنعا بان النسيج الحيواني كان جزءًا من هذه الظاهرة فأعاد التجربة مرارا وتكرارا ليستنتج

بأن المادة الأساس في هذه الظاهرة هي المعدنين المختلفين الذين أنتجا تيارا كهربائيا مرّ بالعضلة لقد كان فولتا وجلفاني صديقين قبل ان ينتقد فولتا استنتاجات جلفاني حول أهمية النسيج الحيواني في هذه الظاهرة والاسوأ من ذلك ان جلفاني هو الذي أرسل بحثه إلى فولتا ليراجعه وعوضا عن ذلك حصل جدال مُر بينهما بدلا من ان يلقى دعمه لنظريته. وفي الوقت الذي وصل فيه فولتا إلى نتائجه النهائية كان جلفاني قد توفي.

البطاريات الجافة والرطبة

منْ أَجل تعزيز نظريته جرّب فولتا عدة تشكيلات من معدن مختلفة لملاحظة قدرتها على إنتاج التيار حَتىٰ إنّه استخدم لسانه كمؤشر على حدوث التيار والتحسس بقوته جراء قوة الصدمة التي يتحسسها. بناءً على ذلك اخترع فولتا البطارية الرطبة التي تتكون من سائل ومعدن وكان هذا المحلول قد عُرف في 1800 بعمود فولتا وهو مجموعة من الأقراص المتبادلة من مادتي الفضة والزنك تتخللها طبقات الكارتون المبللة بالمحلول الملحي. وبتوصيل سلك نحاسي بين طرفي هذا العمود وغلق الدائرة وجد فولتا انه يُنتج تيارا كهربائيا مستمرا ومنتظما. وبذلك ابتكر أول بطارية في التاريخ.

إبهار نابليون

لقد تطور هذا الاكتشاف سريعا من خلال اتساع دائرة دراسة الكهرباء ومهد لاكتشافات ريادية أخرىٰ من قبل العلماء وليام نكلسون وهمفري ديفي (1778 – 1829) حَيثُ استخدما التحليل الكهربائي ودعما لاحقا عمل مايكل فرداي (1791 – 1867). لقد دعاه، نابليون الحاكم آنذاك، إلىٰ عرض اختراعه في باريس 1801 وحقا أدهشه الاختراع فمنح فولتا لقب الكونت ولاحقا السيناتور لمدينة لومباردي وقلّده وسام الشرف.

الإنجازات الأخرى

لقد سميت الوحدة العالمية لقياس الكهرباء المحركة (فرق الجهد) بالفولت تخليدا لذكراه ويعرف علىٰ انه فرق الجهد الكهربائي بين نقطتين في دائرة كهربائية يعبرها تيار مستمر ثابت مقداره امبير واحد عندما تتبدد قدرة مقدارها واط واحد بين هاتين النقطتين. في سنة 1778 كان أول من استخلص غاز الميثان.

ادوارد جينير

1823 - 1749



الخط الزمني: 14 أيار 1796: يشخص جينير حلابة بإصابتها بجدري البقر. يأخذ عينة من البثور ويعرض ولد في الثامنة من عمره لهذا المرض. الأول من تموز 1796: يحاول إصابة الولد بالجدري. الولد لا يتقبل الإصابة ويصبح أول من يتلقى لقاحا ضد المرض القاتل. 1798: طبع كتابه (تحري أسباب ونتائج لقاح الجدري).

ان التطور السريع في العلوم في القرن الثامن عشر لم يوسع إدراك الناس فقط وانما أصبح بتماس مباشر مع حياتهم اليومية. القليل من العلماء من استطاع ان يؤثر على كل طبقات المجتمع بالطريقة التي أثر بها ادوارد جينير الذي طوّر أول لقاح في العالم.

كان جينير طبيا ماهرا وأكمل تدريبه كجراح متمرس في لندن بين 1770 و1772، تحت إشراف الجراح الشهير جون هانتر. عاد جينير إلى مدينته الام بيركلي في كلاوسيسترشاير في إنكلترا ليعمل كطبيب ممارس. وكان معروفا بالإضافة إلى اختصاصه الطبي بحبه بملاحظة سلوك الحيوانات ومنها هجرة الطيور. أما في مجال الطب فقد طور مجموعة من التركيبات العلاجية وكان يدرس سبب الذبحة من خلال علم التشريح.

ورطة الجدري

لقد اشتهر جينير بعمله الريادي لمواجهة مرض الجدري القاتل، كان من الأمراض الفتاكة في وقته ويقتل ما معدله واحدا من كل خمسة مصابين. أما من ينجو من المرض فكان يصيبه العمى أو التشوه. لقد ساد في ذلك الوقت نوع من الوقاية غير الكفوءة من المرض وهو تعمد تلويث الجرح المفتوح لشخص سليم بقيح الشخص المصاب، على امل الإصابة بمرض مخفف وتوليد مناعة ضده مدى الحياة إلّا أن العملية كلفت حياة الكثيرين دون جدوى.

مواجهة المرض بالمرض

في 1796 تبنى جينير طريقة أخرى للوقاية. أجرى بحثا مستفيضا وتوصل إلى ملاحظة هامة، الحلابات اللواتي أصبن بجدري البقر سابقا لم يصبن بمرض الجدري القاتل إلّا نادرا.

كان جدري البقر من الأمراض الخفيفة التي تنتقل للإنسان من ضرع البقرة وهو أخف بكثير من مرض الجدري القاتل. في أيار 1796، جاءت امرأة مصابة بجدري البقر إلى عيادة جينير، كانت سارة نيلميس حلابة. أخذ جينير عينة من بثورها وطلب لاحقا من فلاح ان يسمح له بتلقيح ابنه بهذا النوع المخفف لحمايته من نسخة المرض القاتلة. وأفق الفلاح فلقح جينير ابنه فيبس ذا السنوات الثمانية، وكما توقع أصيب فيبس بأعراض خفيفة سرعان ما تعافى منها. وعند تعريض فيبس لمسبب مرض الجدري القاتل لم يصب به حتى عند تكرار المحاولة بعد أشهر من تعافيه وبأوقات متباعدة. هكذا توصل جينير إلى لقاح الجدري بالرغم من انه لم يفهم بالضبط آلية عمل الجهاز المناعي استجابة للتلقيح لكن النتائج كانت واضحة جدا.

النجاح الباهر

رفع جينير نتائجه إلى الجمعية الملكية في 1797 لكنها رفضت النشر فأعاد نشره البحث على حسابه الخاص في 1798 بعنوان: تحري أسباب ونتائج لقاح الجدري. لم يتلقَ الجميع هذا الإنجاز الطبي بترحاب بل تعالت الشكوك والجدل لكن سرعان ما ثبتت نتائجه الإيجابية مع مرور الوقت، حتى إنّ الحكومة البريطانية خصصت له منح جيدة ليستمر بجهده العلمي ويقضي على المرض الفتاك. في 1840 منعت الحكومة الإجراءات الوقائية السابقة ضد جدري البقر وطرح موضوع التلقيح الإجباري للمواليد

الجدد في 1853. كانت النتيجة مذهلة، فبعد إصابة 40 من كل 10000 إنسان في عام 1800 أصبحت حالة واحدة فقط بالمعدل من كل 10000 إنسان في 1900. في 1980، لم تسجل اية حالة للجدري وأعلن القضاء عليه رسميا.

الإنجازات الأخرى

لم يهدف جينير إلى التربّح من جراء اكتشافه المهم. فأثناء فترة صراعه منْ أَجل التوصل إلى النتائج المرجوة، كان قد أهمل عيادته ومصدر رزقه، بعد ان تبنى مقولة أستاذه هانتر الذي قال (لماذا تكتفي بالتفكير؟ جرّبْ).

من ملاحظاته الطريفة، ان صغير الوقواق، لا الطائر البالغ، كان هو الذي يبعد باقي البيض من العش عند فقسه مباشرة.

جون دالتون

1844 - 1766



الخط الزمني: 1793: طبع: (ملاحظات ومقالات حول الإرصاد). 1801: يضع دالتون قانون الضغط الجزئي. 1803: يطرح ملخص نظرية الذرة الخاصة به في إحدىٰ محاضراته. 1808: طبع كتاب (نظام جديد لفلسفة الكيمياء).

شغلت الأحوال الجوية تفكير جون دالتون لمعظم حياته. عاش دالتون في الأجواء الرطبة لكمبريا، وكان يحفظ التغيرات الجوية ويسجلها يوميا، منذُ 1787 إلىٰ وفاته. فقد سجل ما يقارب 200 ألف ملاحظة. ومع ذلك فقد اشتهر لنظريته الذرية.

ذرات مختلفة

مع تحويلة القرن التاسع عشر، كان دالتون منكبا على تجاربه الخاصة بالغازات وملاحظة ذوبانها في الماء. كان دالتون ملتزما بالتدريس ولكنه فحص امر ذوبان الغازات في أوقات فراغه، ولاحظ اختلاف هذه العملية من غاز لآخر وعزى ذلك إلى اختلاف تركيبة هذه الغازات. حَيثُ خلص إلى وجود وحدة بناء أساسية لا يمكن ان تتجزأ وتختلف من مادة لأخرى. بطبيعة الحال فان هذا الكلام ليس بجديد فهو استنتاج جاء به ديموقراط من ابديرا للمرة الأولى (46 – 370ق.م)، لكن دالتون امتلك الأدلة العلمية والإثباتات العملية. حَيثُ كان هنالك جانب آخر للمسألة وفق نظرية حفظ الكتلة (المركبات لا تختفي مكوناتها وانما تعيد تنظيم نفسها لتكون مركبات أخرى).

النظرية الذرية

شرح دالتون نظريته الذرية في محاضرة في 1803. مع ذلك لم تكتمل النظرية وتستوفي متطلباتها العلمية إلّا عند طباعتها في كتاب (نظام جديد لفلسفة الكيمياء) في 1808. وهنا بنى نظريته على عدة محاور رئيسية ومنها: ان ذرات المادة الواحدة متشابهة. العناصر المحددة تملك ذرات محددة. الذرات لا تفنى ولا تستحدث. كل شيء يتكون من الذرات. أي تغير كيميائي هو تغير بتنظيم الذرات. والمركبات تتكون من ذرات العناصر المكونة لها. في

نفس الكتاب وضع جداول للذرات المعروفة وأوزانها ولكنها لم تكن بالدقة الكافية للقصور في أجهزة التجارب. واعتمد الهيدروجين كعنصر مرجعي بكتلة مقدارها 1. وهذه الطريقة اعيد تبنيها باتخاذ الكربون ذي وزن 12 كعنصر مرجعي للأوزان الذرية. من الأخطاء الأخرىٰ التي وقع فيها دالتون هو افتراض النسب المتساوية عند إعادة التركيب فيكون الماء متساو بجزئيه الاوكسجين والهيدروجين وليس H2O ولا تتحول التركيبة إلىٰ نسب مختلفة إلّا عند التفاعل تحت ظرف معين، كتحول أول أوكسيد الكاربون إلىٰ ثاني أوكسيد الكربون. بالرغم من ان نظرية دالتون أصبحت مادة علمية خصبة للجدل وإعادة النظر والتدقيق، فقد طورها العلماء اللاحقون لتكون مقبولة ومعتمدة.

كانت لدالتون اكتشافات أخرىٰ قبل انشغاله بالنظرية الذرية ومنها: قانون الضغط الجزئي في 1801. وينص علىٰ: « أن **الضغط** الكلي لمخلوط غازات يساوي مجموع الضغوط الجزئية للغازات المكونة للمخلوط ». وأوضح دالتون ان الهواء خليط من الغازات وليس مركبا. كان أول من نشر هذا البحث الذي نسب لاحقا إلىٰ العالم جاك اليكساندر سيزار جارلس (1746 – 1823). واكتشف دالتون ان الغازات تتمدد بشكل متساو عند تعرضها للتسخين بشكل متساوٍ أيضًا. وقد سبق جاك في نشر هذا الاستنتاج العلمي.

اكتشف دالتون أيضًا: (نقطة الندىٰ) أو نقطة التكثف التي يتشابه بخار الماء فيها مع بقية الغازات. وقدم فرضيات حول

ظاهرة الأضواء الشمالية الغامضة (اورورا بورياليس) وأخيرا أوضح ان سقوط المطر يحصل لانخفاض في درجة الحرارة لا في الضغط.

الإنجازات الأخرى

التحق جون دالتون بالتدريس في بلدته وهو بعمر الثانية عشرة فقط. بعد سنتين، اشترىٰ وأخوه مدرسة استقبلوا فيها ما يقارب 60 تلميذا. لقد كتب بحثا عن عمىٰ الألوان الذي عانىٰ منها وأخوه وعرفت الحالة بـ (الدالتونية) لوقت طويل، كانت أول ما نشر عن هذه الحالة. كان دالتون هو المسؤول عن تحويل الإرصاد الجوية من خرافة واساطير إلىٰ مادة علمية تدرس ويمكن التكهن بمستقبلها القريب والبعيد. ولا يمكننا ان نجزم باننا اليوم أكثر دقة منه في توقع المطر!

اندريه ماري أمبير

1836 - 1775



الخط الزمني: 1775: ولد امبير في ليون فرنسا. 1799: يتزوج ويبدأ بتدريس الرياضيات في ليون. 1802: يعرض عليه منصب الأستاذية في ايكول سنترال (المعهد المركزي) في باريس. 1808: يعين مفتشا عاما للنظام الجامعي الجديد الذي أسسه نابليون. 1809: يعين أستاذا للتحليل في ايكول بوليتكنيك (المعهد التقني) في باريس. 1825: يعلن قانونه العام للقوىٰ (قانون امبير).

كان الدنماركي، هانز كريستيان اورستيد أول من أشار إلىٰ ان التيار الكهربائي يؤثر علىٰ إبرة بوصلة مغناطيسية. وكانت هذه أولىٰ خيوط الاستدلال علىٰ العلاقة بين العالمين الكهربائي والمغناطيسي. لقد استخدم العالم الإنجليزي مايكل فاراداي

(1791 - 1867) نظرية اورستيد عمليا، بينما ترك التفسير العلمي للفرنسي اندريه ماري امبير.

وفي طريقه أسس لعلم الكهرباء المغناطيسية وهو فرع من العلوم أثبت أهميته اللاحقة في تشكيل العالم الحديث.

الرياضيات

لقد كان امبير بارعا حد النبوغ بالرياضيات وامتلك مهارة لا تُضاهىٰ في هذا الموضوع وقد ساعده ذلك في دراسة ظواهر الكهرومغناطيسية. لقد تميز بالرياضيات في عمر مبكرة فأصبح معلما للمادة في ليون عام 1799. في 1802، أصبح أستاذا للفيزياء والكيمياء في بورغن براص ولكنه عاد كأستاذ للرياضيات في المعهد التقني في باريس في 1809. لقد جعله نابليون مفتشا عاما للنظام الجامعي عام 1808 ولم يقف ذلك عائقا بينه وبين تقدمه العلمي مع العلم انه لم يكن محظوظا في حياته الخاصة حَيثُ فقد والده في مقصلة الثورة الفرنسية وماتت زوجته الأولىٰ بعد ولادة ابنهما في 1803 فأعاد الكرّة لكنه لم يشعر بالسعادة.

ديناميكا الكهرباء

بهذه الخلفية تقدّم امبير كرائد في مجال علوم الكهرومغناطيسية خاصة بعد اكتشاف اورستد في 1820. لم يكن امبير من العلماء غزيري الإنتاج لكن حالما جذب الموضوع اهتمامه فقد كان ذلك كافيا ليغوص فيه فخلال سبعة أيام فقط من معرفته بالعلاقة بين

الكهربائية والمغناطيسية، كان قد صمم مجموعة من التجارب وأصبح يقدّم نتائجه حول الظاهرة. وبعد عدة شهور بدأ يشكّل الشروحات الرياضية التي تفسر هذه العلاقة ولم تُعرف بهذا الاسم في البداية لكن الكهرومغناطيسية كانت تُعرف على لسان امبير بديناميكا الكهرباء.

قانون امبير

لقد اصبح امبير مهتما بشكل خاص بتأثير التيار الكهربائي على مثيله بعد ان لاحظ تأثير المجالات المغناطيسية على بعضها وحَيثُ إنّ المجالين في نظر العلماء متشابهان فظلّ يتقصى تأثير التيارات على بعضها البعض وبداية اجرى التجارب حول الكهرباء التي تمر بسلكين متوازيين ولاحظ ان الاسلاك تنجذب إلى بعضها عند مرور التياران باتجاه واحد وكانت تتنافر عند مرورهما باتجاهين مختلفين واصبح يغيّر بأشكال وأنواع الاسلاك حَتى يحكم على الأثر العلمي لهما وليتمكن من تطبيقها رياضيا وصولا إلى الحل الذي يوضح الظاهرة الكهرومغناطيسية في النهاية توصل إلى قانون امبير في عام 1827 وهي إضافة لما سبقه من قانون التربيع العكسي الذي تجلّى في قوانين نيوتن للجذب العام وبيّن ان: « مضاعفة المسافة بين سلكين يمر بهما تيار كهربائي، سيضعف الفيض المغناطيسي بمقدار الربع ».

الإنجازات الأخرى

الملف الحلزوني: وهوملف لولبي لسلك موصل يولد مجالا كهرومغناطيسيا عند مرور الكهرباء في لفاته وانتشر استخدامه في الجرس الكهربائي والصمامات والاجهزة التي تتطلب حركة ميكانيكية.

الجلفانوميتر: بناءً على عمل اورستيد صمم امبير مقياسا للجهد الكهربي يعتمد على تأثر الإبرة المغناطيسية بشدة التيار الكهربائي.

الامبير: الوحدة العالمية التي حملت اسمه تخليدا لجهوده في هذا المجال، لقياس التيار الكهربائي.

آميديو أفوكادرو

1856 - 1776



الخط الزمني: 1776: ولد افوكادرو في تورين شمال إيطاليا لعائلة من أهل القانون. 1800: يدرس الرياضيات والفيزياء. 1809: يصبح أستاذا للفيزياء في الكلية الملكية في فرشيللي. 1811: يقدم نظرية حجم الغاز. 1834 – 50: يعاد تعيينه أستاذا في تورين. 1856 يتوفى في تورين. 1860: ستانيسلاو كانيزارو يعيد اكتشاف نظرية افوكادرو ويدافع عنها في مؤتمر لعلماء الكيمياء.

تخيل لو أنك عملت في مجال علمي معين طيلة حياتك لتخرج باستنتاج أو نظرية يتيمة. هذا ما يحصل فعلا مع الكثير من العلماء ويعرفون باسم منجزهم الأوحد. والآن تخيل لو أنك بالإضافة إلى تكريس حياتك للوصول إلى استنتاج معين ويهمل

اثناء حياتك، ولمدة نصف قرن بعد موتك، بالرغم من ان ما وصلت إليه كان بالضبط ما يحتاجه العلماء للتقدم في ابحاثهم! هذا ما حدث لافوكادرو بالضبط. بالتأكيد، قد مات كمدا.

ارتباط الذرات

لم يكن العمل على العلاقة التي تربط الذرات فيما بينها بالعمل الجديد، فقد افترض جوزيف لويس غاي لوساك (1778 – 1850) وجون دالتون (1766 – 1844) عدة فرضيات بالرغم من المآخذ التي ظهرت لاحقا. افترض لوساك ان الغازات كانت تمتزج بنسب صحيحة وبسيطة مثل 1: 2 أو 2: 4 وهكذا وبدون كسور. تحت درجات الحرارة والضغط نفسه. كان الامر صعب التقبل لدالتون لأنه افترض انها تمتزج بنسب ثابتة 1: 1 إلّا في حالات خاصة. ولم تتفق هذه النظرية وطبيعة التركيب الذري والجزيئي للغازات. أدرك افوكادرو ان فهم الجزيئات سيشرح فرضية لوساك للغازات المرتبطة وبنفس الوقت لن ينقض نظرية دالتون. ومن الممكن تطبيق الفرضية على جزيئة الماء التي تتكون من جزيئتين من الهيدروجين (ذرتان) وجزيء من الاوكسجين (ذرتـان) بالتالي تتحقق النسب في الفرضيتين على المستويين الجزيئي والذري على التوالي.

قانون افوكادرو

قدّم العالم أفوكادرو في عام 1811م للعالم فرضيّة مشهورة تحت اسم قانون أفوكادرو، والذي نّص على: «أن الحجوم المتساويّة من جميع الغازات في نفس درجة الحرارة والضغط تكون محتوية أيضًا على العدد نفسه من الجزيئات مهما كان نوع الغاز، والعدد ذاته من الجزيئات أيضًا بما يتعلق بالضغط والأوكسجين». ويشار إلى أن هذا القانون قد ساعده على الوصول إلى الفرضيّة المتعلقة بعناصر الهيدروجين والنتروجين والأوكسجين المنتشرة في الطبيعة المحيطة، ويكون لها شكل جزيئات ثنائيّة الذرّة (H2, N2, O2)، كما قدّم أيضًا اقتراحًا يشير إلى أن الجزيء يتكوّن من أنواع متفاوتة فيما بينها من الذرات، بالإضافة إلى إمكانيّة تكوّنه من ذرتين من النوع نفسه. حظي قانونه بأهميّة بالغة نظرًا لما قدّمه من عون في سد الثغرات التي تركتها نظريّة جان دالتون الذريّة، حَيثُ تمكن افوكادرو من إيجاد فرق واضح بين الذرة والجزيء، بالإضافة إلى أنه أوجد إمكانيّة الخروج بجدول صحيح وثابت للأوزان الذريّة.

إعادة اكتشاف افوكادرو

لم يعترف العلماء بعمل افوكادرو، ربما لقلة الأدلة المختبرية، ما عدا اندريه ماري امبير. واستمر الحال كذلك حت ظهور الإيطالي ستنيسنا كانجزار حَيثُ دافع وبقوة عن نظرية افوكادرو

في مؤتمر علميّ للكيميائيين. وقد اماط اللثام عن الخمسين سنة الماضية من سوء الفهم التي افقدتهم فرصة الاستعانة بهذا القانون الفذ. ولم يكن ذلك حَتىٰ 1860. بذلك تسنىٰ للعلماء اعتماد معيار منطقي لقياس الذرات والجزيئات بالتالي كتل العناصر.

تأثير افوكادرو

كما رأينا ان جهد افوكادرو المتميز لم يسعفه أو ينصفه خلال حياته لكنه ما ان شرح في مؤتمر 1860 حَتىٰ لم يكد جهد تجريبي لاحق في الكيمياء أو الفيزياء يخلو من ذكره. بعد أربع سنوات من وفاته، تم تخليده بإطلاق اسمه علىٰ ثابت الغازات الذي توصل إليه وهو يدل علىٰ عدد الجزيئات في مول واحد من اية مادة. ومقداره: 6.022 × 1023 تقريبا.

جوزيف غاي لوساك

1850 - 1778



الخط الزمني: 1816: يعمل كمحرر في دورية الفيزياء والكيمياء السنوية. 1818: يصبح عضوا في هيئة البارود الحكومية. 1829: يعين مديرا لمختبر سك النقود في باريس. 1831: يتم انتخابه لغرفة النواب. 1848: يستقيل من مناصب باريس ويتقاعد في الريف.

كان الفرنسي غاي لوساك على وشك الموت في 1809 عندما حصل على كميات من مادتي الصوديوم والبوتاسيوم وبعد ان ساءت الأمور في إحدى تجاربه انفجر مختبره ونجا بعاهة العمى الجزئي. هذه هي المخاطر التي كانت تواجه الكيميائيين الأوائل. لكن بالرغم من الثمن الباهظ كانت الفائدة العلمية ادعى للربح والمكسب. وهذا ما اشتهر به لوساك.

قانون الغازات

لقد استعان لوساك بمن حوله من العلماء ونظرياتهم للتوصل إلىٰ قوانينه الخاصة بالغازات ومنهم لافوازيه ومواطنه جاك اليكساندر سيزار جارلز الذي سبقه بخمس عشر سنة. فمع قانون بويل يعرف اليوم بقانون جارلز أو غاي لوساك وينص علىٰ ان ضغط غاز مثالي يتغير تغيرا طرديا مع درجة الحرارة عند ثبات الحجم. تقاس درجة الحرارة هنا بالكلفن كما يفترض ثبات كمية الغاز. معنىٰ ذلك أن ضغط الغاز يزداد بالتسخين ويقل عند فقده الحرارة. وقد اكتشف هذا الاعتماد بين ضغط الغاز ودرجة الحرارة جاك شارل عام 1787 والعالم والفيزيائي الفرنسي جوزيف غاي لوساك في عام 1802؛ نستنتج من قانون غاي لوساك أنه لا بُدَّ من وجود الصفر المطلق لدرجة الحرارة حَيثُ تتنبأ المعادلة بحجم (صفري) عند درجة الصفر المطلق، إِذ أن الحجم لا يمكن أن يكون سالبا الإشارة (أقل من الصفر). كما يشكل استنباط القانون من قياسات مختبرية اعتمدت درجة الحرارة بالكلفن، حَيثُ استنبطت درجة الصفر المطلق وعُينت عن طريق تمديد القياسات العملية حَتىٰ وصول الحجم إلىٰ قيمة الصفر. والمفارقة ان النتائج التي نشرت تزامنت مع مثيلتها من قبل جون دالتون.

ومما يحسب للوساك أيضًا هو امتزاج المركبات بنسب بسيطة وصحيحة لا كسرية كالماء مثلا حَيثُ الهيدروجين ضعف الاوكسجين. لقد اختلف دالتون تماما معه حَتىٰ ظهور نظرية لافوازيه التي وجدت التفسير المنطقي لنظرياتهم.

رحلة في الاكتشافات الكيمياوية

قضى غايلوساك بقية حياته العملية بإجراء التجارب الكيميائية فكان يكتشف مركبات وعناصر جديدة أو يساعد على تحسين مواصفات ومميزات المواد المكتشفة وكانت معظم هذه الجهود تتم مع زميله لويس ثينارد فقد اكتشفا البورون واليود وفي 1815 صنعا المركب سيانوجين وكان الأول في سلسلة السيانيدات وأثبتا خطأ فرضية لافوازيه بأن جميع الاحماض تحتوي على اوكسجين أما الجانب الآخر من عملهما فقد انصب على اكتشاف الخصائص المميزة للنتروجين وتفاعلاته مع الكبريت ودراسة موسعة في عملية التخمر لقد عمل لوساك على تحديث تقنيات الاختبار الكيميائي وأسس للتحليل الحجمي.

إنجازات أخرى

اشتهر غايلوساك بطبيعته الاستثنائية في عمله التجريبي وطبيعة النتائج التي يتوصل إليها فبالإضافة إلى انفجار مختبره فقد خاطر بركوب البالون لأغراض البحث العلمي وكانت المرة الأولى في 1804 مع جان بابتيست بايوت ومِنْ ثَمَّ لوحده ليكون صاحب الرقم القاسي بارتفاع ثلاثة وعشرين ألف قدم ومسافة سبعة كيلومترات ليختبر تركيب الهواء والقوة المغناطيسية في هذا الارتفاع وأثبتت تجربته انها لا تختلف عن تلك على سطح الأرض.

تشارلز باباج

1871 - 1791



الخط الزمني: 1815 ساعد في تأسيس جمعية التحليل. 1823 يعمل على ماكينة عُرفت فيما بعد بماكينة الفروق رقم 1. من 1828 - 1839 أصبح أستاذا لوكآسيا للرياضيات في جامعة كامبردج وقد شغل هذا المنصب قبله اسحق نيوتن وبعده ستيفن هوكينغ. 1833 يُهمل مشروع ماكينة الفروق لنفاد التمويل. 1991 يُكمل دورون سويد وفريقه العمل في متحف لندن للعلوم على الماكنة رقم 2 والتي تعمل إلى اليوم.

عند موته في 1871 نشرت صحيفة التايمز مقالا سأخرا من تشارلز باباج وعمله الذي كان مجهولا لدى الجمهور الواسع أما ريتشارد شبشانكس خصم باباج فقد كتب: « ان كل تلك

الأموال العامة التي دخلت لمشروع باباج كان علينا على الأقل ان نتوقع خروجه بلعبة ذكية ». كان كل شيء جيدا في البداية فقد تلقى علومه في كامبردج وأثبت نفسه كرياضي بارع وحصل على درجة الماجستير بعد ثلاث سنوات وفي 1822 بدأ يصمم ما أصبح لاحقا أول حاسوب اوتوماتيكي وذلك بعد ان اجتمع مع المستشار المالي في 1823 وحصل على ألف وخمسمئة ليرة لتمويل رؤيته البعيدة وعُرفت لاحقا بماكينة الفروق رقم 1 وسيطرت على السنوات العشر التالية من حياة باباج. لقد أخذت منه عملا طويلا وضايقه البديل الذي قدمته الجداول الرياضية الجاهزة المكتوبة من قبل بعض المتحذلقين بعلم الرياضيات بتوفير الأجوبة الجاهزة للحسابات المعقدة وبسبب الخطأ البشري فبالتأكيد ظهرت الكثير من الأخطاء في هذه الجداول. لقد تفوق باباج في منهجه العلمي لصناعة هذه الماكنة حَيثُ اعتقد ان دقة العمل الميكانيكي سيؤمن دقة الحسابات دائما.

ماكينة التحليل

توقفت المنحة الحكومية في 1834 ومن سوء الحظ حصل ذلك مع اهم خطوة في المشروع: مرحلة إنتاج الكومبيوتر المبرمج وقد اسماه آنذاك بماكينة التحليل، لم تكن الة حاسبة فقط وانما ماكينة حاسوب متعددة الاستخدامات تشبه كثيرا ما نستخدمه اليوم فقد تضمن تصميمه تضمين البرامج التي كُتبت باستخدام دوائر البطاقات المثقوبة وتضمنت إمكانية القراءة ومعالجة

التعليمات التي تحتويها وكانت فيها أيضًا ذاكرة لخزن النتائج وتمتعت بالكثير من المزايا المنطقية وكل هذه أصبحت مكونات حواسيب القرن العشرين. حاول باباج الحصول على أموال لإتمام مشروعه وناقش كيف ان الماكنة الجديدة ستكون أرخص ثمنا وأكثر فائدة وهذه ستكون أفضل من إنهاء الماكنة الأولى ولكن الحكومة كانت مترددة في تمويل مشروع طموح آخر فقد استهلك بالفعل 17 ألف ليرة من أموال دافعي الضرائب أدى ذلك كله إلى إحاطة الرجل بسيل من الانتقاد والسخرية حَتى إنّ روبرت بيل رئيس الوزراء قال عليه ان يستخدم الته لحساب الوقت الذي تكون مفيدة فيه.

ماكينة الفروق رقم 2

وبعد عشر: سنوات من التوقف بالعمل على مشروعه الأصلي أعلنت الحكومة رسميا بعدم تمويلها مشاريع باباج الجديدة فانطلق في 1850 وصاعدا لجمع الأموال لماكنته لكنه بكل الحالات لم يوفر ما يستطيع به عبور مرحلة التصميم في ذلك الوقت أيضًا كان الرياضي قد صمم فعلا ماكينة الفروق رقم 2 وتميزت بتصميمها الابسط الذي استخدم جزءًا من خمسة وعشرين ألف جزء في الماكنة الأولى كانت أصغر بقليل حَيثُ بلغ ارتفاعها ستة اقدام ونصف بدل من ثمانية ولكنها ظلّت حبيسة تلك المرحلة لانعدام التمويل.

بمناسبة الذكرىٰ المئوية الثانية لوفاته التي صادفت في 1991 قام فريق من متحف لندن للعلوم بتصنيع النسخة التشغيلية للماكينة الثانية وباعتماد خطط باباج الاصلية.

الإنجازات الأخرى

لقد أسس باباج عددا من الجمعيات ومنها الفلكية الملكية في 1820 وحقق تقدما في نظرية الجبر وكان له دور بارز في إكمال الكثير من الابتكارات منها عداد السرعة ومعيار السكك الحديدية وتوحيد المنظومة البريدية. كان جهة مؤثرة علىٰ البرلمان للحصول علىٰ حقوق عازفي الطرقات وتضمنت بعض المقاطع من كتابه (حياة الفيلسوف) 1864 ملاحظات مهمة حول الاعتلال المجتمعي الذي تسببه الضوضاء في الشارع.

مايكل فرداي

1867 - 1791



الخط الزمني: 1821 يصنع فرداي أول محرك كهربائي. 1823 يحول الكلور إلى سائل بالخطأ. 1831 يكتشف المبدأ الذي يؤدي إلى ابتكار المولد الكهربائي والمحول والدينامو. 1833 يضع القوانين الأساسية للتحليل الكهربائي. 1845 يكتشف ما يُعرف بتأثير فرداي.

يعتبر مايكل فرداي وباعتراف ألبرت أينشتاين من أبرز العلماء التجريبيين على مر العصور واعتبره مؤثرا في تاريخ علوم الفيزياء ومع ذلك فان هذا الرجل لم يكن ليدخل الأوساط العلمية لَولَا ملابسات حياته المبكرة ففي البداية كان يعمل كمنضد للكتب وهو في عمر الثالثة عشرة وهنا التقط علوم الكهرباء من

الكتب التي كان يجمعها أما الحادث الثاني فكان تعيينه كمساعد للكيميائي المعروف السير همفري ديفي (1778 – 1829) وقد تذكر انه كان طالبا عنده. أما التحويلة الحقيقة في حياة فرداي فقد بدأت عندما رافق ديفي في جولة كبيرة حول أوروبا مما أتاح الفرصة امام الشاب للقاء فيزيائيي وكيميائيي زمنه. لقد اشتغل فرداي في البداية في الكيمياء وفي 1823 أصبح أول من أحال الكلور إلى سائل (وان كان غير متعمد) خلال إجراء تجربة أخرى فقد استخلص مباشرة طريقة تحول الكلور إلى سائل من خلال طريقة العمل والمواد التي استغلت الضغط والتبريد لغازات أخرى ومن خلال أسلوبه التحليلي اثناء التجارب الكيميائية استطاع ان يكتشف البنزين في 1825.

المحرك الكهربائي

بالرغم من ان بدايته كانت في الكيمياء إلّا أن فرداي يعرف كعالم فيزياء وله صلة بالكهرباء ففي 1821 ابتكر أول محرك كهربائي بعد اكتشاف التدوير الكهرومغناطيسي فقد طور اكتشاف اورستد القائل بان التيار الكهربائي يؤثر على إبرة البوصلة المغناطيسية وأثبتت تجربة فرداي ان السلك الكهربائي يدور حلو مغناطيس ثابت والعكس هو الصحيح ومن هذا العمل اقتنع فرداي بان الكهربائية من الممكن ان تنتج عن نوع من الحركة المغناطيسية واستطاع ان يثبت هذه النظرية بعد عشر سنين ففي 1831 استطاع تدوير قرص نحاسي بين قطبي

المغناطيس وتوليد تيار كهربائي مستقر مكنه هذا الاكتشاف من إنتاج المولدات الكهربائية والمحولات (اخترعت أيضًا من قبل الأمريكي جوزيف هنري بشكل منفصل في نفس الوقت) وحَتىٰ الدينامو هي اختراعات غيرت العالم حقا.

المجال الكهربائي

ان سبب تقدم فرداي هو رفضه مبكرا فكرة ان الكهرباء مادة سائلة وتصورها كمجالات بخطوط تمثل القوة المتمركزة في أطرافها واعتقد ان المغناطيسية تتأثر بمجالات القوة وتتداخل مع الكهربائية بتداخل مجالات قوتيها وقد أثبت صحة هذا الاعتقاد بإنتاج الكهرباء من خلال القوة المغناطيسية وعزز من فكرته الشخصية بان كل القوىٰ الطبيعية كانت واحدة بشكل أو بآخر فركز علىٰ الضوء والجاذبية وعلاقتهما بالمجال الكهرومغناطيسي وهذا قاد إلىٰ اكتشاف (تأثير فاراداي) الذي أثبت ان الضوء المستقطب يتأثر بالمجال المغناطيسي. أثبت جيمس كلارك ماكسويل بان الضوء كان نوعا من الإشعاع الكهرومغناطيسي واسند نظرية فرداي للحث بالقوانين الرياضية اللازمة.

قوانين التحليل الكهربائي

لقد ترجم فاراداي هوسه بالكهرباء والكيمياء معا من خلال تجاربه في التحليل الكهربائي. وحقق فيه اكتشافات رائدة ففي 1833 كان أول من وضع قوانين التحليل الكهربائي:

1- ان كمية المادة المنتجة في الالكترود تتناسب مع كمية الكهرباء المستخدمة.

2- ان كميات المواد المختلفة المتبقية على الكاثود أو الانود المتولدة من نفس مقدار الكهرباء تتناسب مع أوزانها المكافئة.

تشارلز داروين

1882 - 1809



الخط الزمني: 1831 - 36 يقبل داروين وظيفة عالم الطبيعة المتطوع علىمتن سفينة بيغل. 1859: يطبع (أصل الأنواع). 1871 يطبع (أصل الإنسان). 1882 وفاته.

كانت القدحة الأولى التي انطلقت على أثرها إنجازات داروين هي البعثة العلمية على متن سفينة HMS بيغل في 1831، وكانت مهمتها تغطية المظاهر الطبيعية للخط الساحلي لأمريكا الجنوبية وبعض مناطق المحيط الهادئ. حينها كان داروين منشغلا بالدراسات الدينية وقد وجد نفسه مأخوذا بالتاريخ الطبيعي وطلب من البروفيسور جون هينسلو ان يسهل ترشيحه ليكون جزءًا من طاقم البعثة وبشكل طوعي. لقد رفض ابوه وكابتن

السفينة قبول ذلك بداية الامر لكن سرعان ما أقنعهما أن يكون ضمن هذه البعثة للسنوات الخمس القادمة.

الجالاباغوس

خلال الرحلة، سجل دارويـن الكثير من الملاحظات الجيولوجية والبيولوجية، لكن بالحقيقة فان الوقت الذي امضاه في جزر الجالاباغوس كانت الأكثر تأثيرا عليه وعلىٰ تفكيره. الجزر العشر معزولة عن الأراضي الأخرىٰ ونوعا ما عن بعضها أيضًا. وبذلك استطاع ان ينتبه إلىٰ جملة من الاختلافات بين كائناتها بسبب هذا العزل النسبي.

لقد لاحظ ان الجزر تتشابه فيها الأنواع الحياتية الكثيرة سواء كانت من النباتات أو الحيوانات ولاكن كل كتلة من الأرض احتضنت خصائص تختلف عن غيرها حَتىٰ وان كانت نفس المجموعة من الاحياء. قد وجد أربعة عشر نوعا مختلفة من طائر الحسون عبر هذه الجزر بمناقير مختلفة. وفي كل حالة كان المنقار يتلاءم مع نوع الغذاء الخاص بالطائر علىٰ تلك الجزيرة سواء كان بذور أو حشرات أو سمك.

لقد بحث داروين عن أسباب هذه الاختلافات في الطيور والنباتات والحيوانات. وخرج بنتيجة انها انحدرت من نوع واحد بدل من ان كل منها كان قد انحدر من أصل المنفصل وبذلك قدم إلىٰ العالم فكرة التطور وهي فرضية كانت موجودة ولكنها مرفوضة لقد بدأ داروين البحث عن الشرح المناسب

لهذه الظاهرة ومن النصوص التي اثرت عليه بشكل كبير كانت الكاتب توماس مالثوس في 1898 (مقالة حول الأساس السكاني) الذي قرأها داروين في 1838 لقد كتب مالثوس مقالته لاهتمامه بالانفجار السكاني الذي قد يسبب المجاعة والتنافس المحتمل على الغذاء. رأى داروين ان ذلك ينطبق على الحيوانات أيضًا فهذا التنافس يبقي الأفضل تكيفا والاكفأ وصولا إلى الطعام. وبذلك تهلك المجامع الحيوانية غير القادرة على التكيف. وتتغير معايير النجاح حسب اختلافات البيئة وهذا ما حصل مع طائر الحسون حَيثُ وجدت أنواع جديدة.

تحدّي الله

لسوء الحظ ان هذه الفرضية ستشكل تحديا للاعتقاد السائد بأن الإنسان هو سيد الأرض وقد خلقه الله وانزله فيها لهذا الغرض وهذه هي الصورة في الكتب السماوية كالإنجيل. ان فرضية داروين تشير إلى ان الإنسان هو الآخر قد تطور عبر آلاف السنين. لقد فتح النار على نفسه بسبب اعتراض الجهات الدينية. وبذلك توارت نظريته في الظلام لعشرين سنة بينما كان يحاول خلالها تجميع الأدلة لدعم ادعائه.

وأخيرا طبع كتابه في 1858 مع الفريد رسل ولاس (1823 – 1913) الذي شاركه هذه الأفكار وان كان منفصلا عنه. واتفقا على إعلان مشترك يقدمانه إلى جمعية لينين. والحق دارون هذه الرسالة بملحق تفصيلي في 1859 وتحتوي على

الأدلة التي جمعها خلال العقود الماضية واسماه (أصل الأنواع والانتخاب الطبيعي).

لقد كانت ردود الأفعال المعارضة متوقعة إلّا أنه هذه المرة كان قد كسب الكثير من الأصدقاء والمؤيدين مثل توماس هاكسلي المعروف بـ (كلب داروين ألوفي) الذي لا يتوانىٰ عن الدفاع عن نظرياته وأفكاره في جميع المناسبات. هذه الحال هيأت الأجواء المناسبة ليكمل داروين ما بدأه ويطبع (أصل الإنسان) وهذا الكتاب طرح فكرة وصول الجنس البشري من كائنات أخرىٰ.

إرث داروين

أخذت أفكار داروين وقتا طويلا لتكون مقبولة وحَتىٰ اليوم هناك من لا يتقبلها ويعارضها بشدة. ان اشد الناس عداوة لطروحاته هي الأوساط الدينية التي تطمئن إلىٰ نصوص غامضة ومقدسة وتفضلها علىٰ عالم التجريب والملاحظة المليء بالمفاجآت. ان موضوع التطور والانتخاب الطبيعي هو من صلب علوم الحياة اليوم. الرجل الذي خيب أمل ابيه لأنه لم يكمل دراسته الدينية ذهب بعيدا وقلب الطاولة علىٰ فرع علمي كامل بالأوساط الأكاديمية.

جيمس جول

1920 - 1818



الخط الزمني: 1840: جول يضع أسس قانون جول. 1840 وصاعدا: يقر مبدأ حفظ الطاقة. 1849: يطبع كتابا حول (المكافئ الحركي للحرارة). 1852 – 59: مع وليام تومسون (المعروف لاحقا باللورد كيلفن) يشرح تأثير جول – تومسون.

حَتىٰ في القرن التاسع عشر لم تتضح خصائص الحرارة بشكل مفصل وواضح. فقد اعتقد الكثيرون بانه سائل شفاف ينتقل من حالة إلىٰ حالة تكتسبه المواد وتطلقه عن طريق ما يسمىٰ (السعرات) تدريجيا تبلورت الفكرة بان الحرارة هي شكل من أشكال الطاقة وتعتمد علىٰ حركة الجزيئات. ويعود الفضل

في ذلك إلى العالم الإنكليزي جيمس جول الذي ساهم كثيرا لتأسيس علم الثيرموداينمك.

صانع الخمور

لقد كان جول في الحقيقة صانعا للخمور ولم يكن متفرغا للعلم فقد كان يعمل طيلة حياته في خمارة ابيه ولم يستفد من التعليم الحكومي ولم يدخل الجامعة أو يستلم منصبا أكاديميا خلال حياته وهذا ما جعل استنتاجاته استثنائية.

لقد اهتم بظاهرة الحرارة واستجاب ابوه ببناء مختبر قريب وقد هيمن هذا الموضوع على دراسات جول لبقية حياته.

فهم الحرارة

بدأ جول بفحص العلاقة بين التيار الكهربائي والمقاومة والحرارة المتولدة جراء ذلك. في 1840 حقق إنجازه الأول والمعروف باسم قانون جول والذي حدد وبشكل رياضي العلاقة بين التيار والمقاومة في السلك بدلالة الحرارة المنبعثة. وكانت هذه النقطة مهمة ملفتا إلى تحول الطاقة من شكل إلى آخر بين كهربائية وحرارية.

الحرارة الناتجة من الطاقة أو الشغل

كان هذا هو خط تجاربه للعقد التالي حَيثُ أثبت ان الحرارة تنتج من مصادر مختلفة ومنها الطاقة الميكانيكية. وأثبت ذلك

من خلال تجربته الخاصة بتدوير مروحة غائرة في برميل من الماء وقد أدىٰ الاحتكاك الناتج عن دوران المروحة في الماء إلىٰ تسخينه وسجل جيمس جول التغير بدرجة الحرارة وعن طريق تلك التجربة احتسب المكافئ الميكانيكي للحرارة وقد ضمت هذه التجربة خصائص الحرارة والشغل والطاقة.

الحرارة في الغازات

استمر جول في تجاربه ودراسته دور الحرارة في حركة الغازات. في 1848 اقترح أول سرعة تتحرك فيها جزيئات الغاز ومنذُ عام 1852 حَتىٰ نهاية ذلك العقد ومع وليام تومسون الذي أصبح فيما بعد لورد كلفن (1824 – 1907) استمر بتجاربه في هذا المجال حَتىٰ استنتجا (تأثير جول تومسون) وتمثل فقدان الغازات للحرارة عند تمددها بسبب الشغل الحاصل لتفريق الجزيئات. كانت لهذه النظرية تطبيقات عملية كصناعة التجميد لاحقا في ذلك القرن.

قانون جول

بالإضافة إلىٰ القانون الأول في الثرموداينمك فهنالك قانون آخر يحمل اسمه يصف تحول الطاقة الكهربائية إلىٰ حرارية حَيثُ تنتج الحرارة عند مرور تيار كهربائي في المقاومة. وتخليدا لهذا العالم فان الوحدة العالمية للشغل سميت باسمه.

القانون الأول في الثرموداينمك

ويعرف أيضًا بقانون حفظ الطاقة وهذا هو نتيجة طبيعية لتجاربه التي امتدت من 1840 وصاعدا. افترض جول ان العالم الطبيعي يحوي مقدارا ثابتا من الطاقة التي لم تزداد أو تقل لكنها تتحول بين أشكالها المختلفة وقد جاء العلماء فون ماير (1814 – 1878) وهيرمن فيرديناند (1821 – 1894) بنفس الاستنتاجات وبشكل منفصل، ونسب إليهم اكتشاف هذا القانون.

لويس باستور

1822 - 1895



الخط الزمني: **1862**: نشر ملاحظاته حول الكبسولات المنتظمة في الهواء الجوي. وقد أنهى بذلك نظرية التولد الذاتي. 1880: خطأ في المختبر يؤدي إلى اكتشاف منهجية لعمل التطعيم ضد أمراض مختلفة. 1885: ينجح باستور باستخدام لقاح داء الكلب على ولد في الثامنة من عمره. 1892: ينتج لقاحا ناجحا ضد مرض الجمرة الخبيثة.

لقد اشتهر اسم باستور عبر التاريخ لاختراعه عملية (البسترة). بالرغم من انه حقق إنجازات رائدة في المجال الطبي. قد يعتبره الكثيرون من اهم شخصيات القرن التاسع عشر، في مجال البحوث الطبية. ذاع صيته حقا عندما اكتشف

اللقاح المضاد لمرض السعار أو ما يعرف بداء الكلب. ويعتبر من اهم الإنجازات الطبية بعد جينير الذي قاتل الجدري. لم يستغل العلماء هذا المجال كثيرا للقضاء على بعض الأمراض الفتاكة، لكن في 1880، استثمر باستور خطأ بسيطا في مختبره منْ أَجل وضع أساسيات علم التطعيم ومنهجية تصنيع اللقاحات القادمة.

البكتريا والدجاج

في مختبر باستور، كانت عينة من بكتريا زحار الدجاج قد تركت لمدة طويلة، وحضرها باستور منْ أَجل ان يلقح الدجاجات الصحيحات بهذه البكتريا المضعفة، فلم تصب بالمرض والتي أصيبت منها تعافت بسرعة لخفة الاعراض. أما المرحلة الثانية فقد تضمنت تلقيح مجموعتين من الدجاج بالبكتريا الطازجة ذات الأمراضية العالية، الأولى كانت الدجاج الملقح سابقا والثانية الدجاج الذي لم يستلم تلقيحا. وكانت النتيجة المؤكدة لأبحاثه ان النوع الأول نجا من المرض بينما هلكت المجموعة الثانية.

السعار والبسترة

مع حلول 1882، كان باستور قد أنتج لقاحا ضد مرض الجمرة الخبيثة الذي نادرا ما كان يصيب الإنسان إلّا أنه يفتك بأعداد كبيرة من الماشية خاصة الابقار والاغنام. في 1885، استخلص لقاحا ضد السعار أو داء الكلب من نخاع الارانب المصابة. كان مخططا ان يتم تطبيقه على الحيوانات إلّا أن رجلا

جاء بابنه ذي السنوات التسع لباستور وقد عضّه كلب مسعور عدة مرات، فحقنه باستور باللقاح وتعافىٰ الولد. انتشر صيت الحادثة، وفي السنة التالية تلقىٰ ما لا يقل عن 2500 مصابا هذا العلاج وبنجاح كبير. وبذلك انخفضت نسبة الوفيات من المرض إلىٰ اقل من 1٪. ان الشهرة الطبية لباستور حفزت علماء آخرين لإيجاد علاجات مماثلة لأمراض أخرىٰ. مع نهاية القرن أضيفت لقائمة الإنجازات الطبية عددا آخر من الإنجازات ضد أمراض خطيرة أخرىٰ.

لقد ساهم باستور بالحد من انتشار السل الرئوي والتيفوئيد من خلال عملية البسترة. وقد توصل إلىٰ عملية البسترة اثناء دراسته لعملية التخمر في مادتي الكحول والحليب. وخلال الفحص المجهري استطاع باستور ان يثبت ان ما كان يعتبره الكثيرون مجرد تحولات كيميائية في الحقيقة كانت بسبب وجود الكائنات المجهرية وهي أساس عملية التخمر. ووجد ان هذه الكائنات في الحليب خاصة، كانت بعضا منها مرضية كالتيفوئيد والسل الرئوي، وان تسخين الحليب إلىٰ درجة 63 درجة مئوية لمدة نصف ساعة كان كافيا للقضاء علىٰ هذه البكتريا. سميت هذه العملية بالبسترة وما زالت تستخدم اليوم.

خلال عمله أثبت باستور بعدم وجود ما يدعم نظرية التولد الذاتي، التي سادت القرون السابقة. فقد شرح ان السائل المعقم لا يصيبه التلف إلّا عندما يكون بتماس مع هذه البكتريا التي تتلفه.

لقد عمل على إنقاذ صناعة الحرير، فمنذُ 1865، وهو يجري التجارب والتطبيقات على إصابات دودة الحرير. بالإضافة إلى نجاحاته الكبيرة في مواجهة الأمراض على صعد مختلفة، فقد أضاف إلى الكيمياء التركيبية باكتشافه الجزيئات غير المتناظرة. واستعمل باستور طريقة شبيهة ببسترة الحليب في مجال تصنيع المشروبات الكحولية.

ذكرى باستور

مع وفاته كان باستور مشهورا عالميا. وقد افتتح معهد باستور في 1888، ودفن هناك. من بين من اعادوا ذكراه بنبل كبير كان الولد ذو السنوات التسع الذي أنقذه باستور من موت محقق، جوزيف مايستر. عمل جوزيف كممرض في معهد باستور جزاء لمعروفه، وعندما دخل النازيون إلى المعهد على أثر غزوهم البلاد، طلبوا من جوزيف فتح قبر باستور فآثر ان يقتل على ان يقوم بهذا الانتهاك ضد العالم الجليل الذي أنقذ حياة الملايين.

جوهان جريجور مندل

1884 - 1822



الخط الزمني: 1856: يبدأ تجاربه على نبات البازلاء. 1865: يشرح استنتاجاته للمرة الأولى. 1866: يطبع كتابه (تجارب عن النباتات الهجينة). 1868: انتخب رئيسا لدير الرهبان ومنعته مهامه الجديدة من استكمال عمله السابق.

ان عمل الراهب النمساوي جوهان جريجور مندل غير علوم الحياة بشكل جذري. لقد وجد فرعا جديدا من العلوم قائما بذاته؛ علم الوراثة. لقد تم تجاهل عمله بشكل كبير ولم يعرف إلّا بعد عقود طويلة عندما بحث المهتمون عن مصادر في هذا الاختصاص.

اثنتا عشرة سنة فقط

ان ما يزيد من استثنائية اكتشافات مندل في علم الوراثة هي الفترة القصيرة التي عمل بها بالمجال. لقد كان راهبا حَتىٰ 1856، ووقته انقسم بين واجبات الرهبنة والتدريب. وكان يعمل طيلة الوقت علىٰ تعزيز تعليمه لينجح في اختبارات التعليم. والمفارقة انه لم ينجح ابدا لإخفاقه في مادة علوم الحياة! في 1868 أصبح رئيسا للدير الواقع في جمهورية التشيك اليوم وأنهىٰ بذلك فترته العلمية التجريبية وبذلك كان قد أمضىٰ 12 سنة فقط في البحث والتجريب.

نبات البازلاء المتواضع

كان مختبره، حديقة الدير ومادته نبات البازلاء المتواضع وما اثار فضوله العلمي هو ما يظهره النبات من اختلافات في لو الازهار والبذور والارتفاع مما جعله يؤسس لتجارب منظمة منْ أَجل الوصول إلىٰ تفسير منطقي لهذه الاختلافات واستخدم التلقيح الصناعي ليسيطر علىٰ النتائج. كان يسجل كل المراحل ونتائجها.

فهم الوراثة

كان الاعتقاد السائد حينها ان التقاء كائنين مختلفين بالصفات سيولد ذرية تتمتع بمعدل هذه الصفات فلو تلاقح نباتان طويل

وقصير فسينتج نبات معتدل الطول. لكن التجربة أثبتت ان ذلك ليس صحيحا وقليلا ما يحصل. واستنتج مندل من تحليل نتائج تجاربه لعدة أجيال وعبر تزاوج معروف المواصفات ومحدد بان الخلف يرث الصفات التامة من السلف. فإما أن يكون النبات قصيرا أو طويلا وبنسبة 3: 1. ومضىٰ يشرح ذلك ان العدد الأكبر يمثل الصفة السائدة بينما الواحد يمثل الصفة المتنحية. وقد فسر ذلك علىٰ مستوىٰ الجينات حَيثُ ربط كل صفة بزوج منها فالطول يحمل جيني الطول والقصر ولون البذرة يحمل الصفتين الغامق والفاتح وان كل صفة تحمل فرضا A وB للصفة X مثلا وعند التلقيح تنفصل الاليلات عن بعضها وتتشكل من جديد مع اليلات النبات الآخر فتتغير مكونات الصفة حسب طبيعتها في الابوين وهذا ما عرف بقانون الفصل لمندل. وبذلك تنتج أربعة احتمالات هي: AA وBB وAB وBA. وبذلك تكون نسبة الصفة 3: 1. حَيثُ ستكون الصفة السائدة حسب رمزها السائد سواء كان A أو B. أما قانونه الثاني فقد عرف بقانون التوزيع المستقل والذي ينص علىٰ: أن الجينات المنفصلة للسمات المنفصلة تورث من الوالدين إلىٰ النسل بشكل مستقل عن بعضها البعض. أي إنّ اختيار أليل معين من بين الأليلين ليتم توريثه لسمة معينة لا يؤثر علىٰ اختيار أي أليل آخر لأي سمة أخرىٰ ليتم توريثه.

الاعتراف المتأخر

نشر مندل نتائجه لأول مرة في رسالته (تجارب عن النباتات الهجينة) في 1866 ولكنه فوجئ بعدم انتباه أحد إليها وعدم استقبالها كمادة علمية جديدة مؤسسة لفرع واسع من علوم الحياة في المستقبل وقد أحس فعلا بالغضب جراء ذلك. ولم يكن حَتىٰ قيام العلماء هيجو دي فرايز (1848 – 1935) وكارل ايريك كورينز (1864 – 1933) وايريك تشيرماك فون سيسنايك (1871 – 1962) بتجارب مماثلة كل علىٰ حدة في مطلع الـ 1900، عندها فقط اعيد اكتشاف مندل وتجاربه وقوانينه بهذا المجال. وقد استثمرت قوانينه أيضًا لتفسير مشاهدات داروين حول التطور والانتخاب الطبيعي. وأصبح مندل هو مؤسس علم الوراثة دون نية لذلك!

إرث مندل

بالرغم من انه لم يعترف بعمله وتجاربه العملية خلال حياته إلّا أنه كان محبوبا ومحترما من قبل زملائه ومواطنيه. وما ان اعيد اكتشاف عمله حَتىٰ اعتبر بحق مؤسس علم الجينات والوراثة.

جان جوزيف لينوار

1822 – 1900



الخط الزمني: 1807: يصنع فرانسوا اسحق دي ريفاز أول ماكينة للاحتراق الداخلي وقودها الهيدروجين والاوكسجين. 1859: يعرض لينوار محركه ذا الاحتراق الداخلي والشرارة الكهربائية. 1860: يسجل براءة الاختراع لمحركه. 1863: يستخدم محركه لتحريك عجلة. 1876: يقدم نيقولاس اوتو محركا متفوقا رباعي الأشواط.

تعود جذور المحرك الذي هو قلب عالم السيارات اليوم إلى العالم الهولندي كريستيان هاغينز في 1680. ففي هذه السنة صمم محركا يعتمد على قدحة البارود لتتولد الحركة في الماكنة. ولم يصل التصميم مرحلة التصنيع لإخفاقاته الكثيرة وأهمل

منذُ ذلك الحين. ولم يكن حَتىٰ عام 1807 ان أعاد السويسري فرانسوا اسحق دي ريفاز تصنيع محرك للاحتراق الداخلي ويشتغل بالهيدروجين والاوكسجين. بالرغم من نجاحه في تشغيل المحرك إلّا أن تصميمه كان ابعد ما يمكن عن عالم التجارة والاستهلاك الاقتصادي له. وعليه اعتبر جان جوزيف لينوار هو صاحب براءة الاختراع الحقيقية للمحرك.

محرك القدحة الكهربائية للاحتراق الداخلي

كان مهووسا بالمكائن والآلات المتحركة منذُ صغره وكان يقول دائما: «عندما أصبح طويلا، سأصنع الكثير من المكائن، مكائن تعمل لوحدها». انتقل لينوار إلىٰ باريس عند السادسة عشرة لتحقيق أحلامه، وشغف بدايةً بالطلاء الكهربائي، والأجهزة الكهربائية التي تتعلق بصناعة السكك الحديد. لكن شغفه الحقيقي كان بالمحركات وانكب علىٰ تصاميمه وتصنيعها حَتىٰ خرج بالمحرك الأول للاحتراق الداخلي الذي تشغله شرارة كهربائية في سنة 1859 وسجل براءة الاختراع في السنة التالية:

لم يكن الوقود السائل معروفا في ذلك الحين وكان المحرك يعمل بشوطين علىٰ الهواء غير المضغوط وغاز الفحم وبالرغم من بعد محركه عن معايير اليوم إلّا أنها كانت ناجحة اقتصاديا. بحلول 1865، كان لينوار قد باع ما يقارب 500 نسخة من اختراعه. في ذلك الوقت أيضًا عرض استخدامه في قارب 1861 وتحريك مركبة بثلاث عجلات في 1863.

تطورات لاحقة

لم تستمر تصاميم لينوار كثيرا، فقد سجل الفرنسي الفونسيهباو دي روخاس ابتكاره وهو المحرك الرباعي الأشواط في 1862. في الحقيقة لم يصنع المحرك، ولذلك أصبح الألماني نيكولاس اوغست اوتو (1832 – 91) أكثر شهرة بسبب الموديل الرباعي الذي طرحه في 1876 لمحرك الاحتراق الداخلي. فقد عمل المحرك باستخدام (دورة اوتو) وقد فسر الدورة بانه في الفسحة الأولىٰ يدخل الوقود ويدفع إلىٰ الحجرة الثانية ليحترق في الثالثة بوجود قدحة كهربائية وبقايا الغازات تنبعث من الرابعة. ان هذه العملية ترفع وتخفض المكبس الذي يتصل بعتلات مناسبة، ليولد الطاقة لتشغيل عدد من الأجهزة ومن بينها طبعا السيارة.

لقد استخدمت محركات اوتو خليط الغاز والهواء حَتىٰ ظهور الاكتشاف الرائد لغوتليب دايملير (1834 – 1900) وآخرين الذي اعتمد البترول للاحتراق الداخلي مما أتاح انتشار صناعة السيارات والدراجات البخارية. لقد كان دايملير يعمل مع اوتو وكان عاملا رئيسيا لتوصله إلىٰ ابتكاره إلّا أنه لم يحظ بما يستحقه ومضىٰ يطور المحرك حَتىٰ لمع اسمع وعلمه. من هذه النقطة بدأت ثورة المركبات بمختلف أنواعها واستخداماتها.

بالرغم من ان قوة الحصانين التي توصل إليها آنذاك لم تكن كافية، ولم تحرك مركبة لنقل الناس، فقد كانت كفاءتها لا تتجاوز

٪4 من إمكانياتها الحقيقة. كانت صناعتها ممتازة حَتىٰ إنّها بقيت تعمل بعد عشرين سنة من الاستخدام المتواصل.

الإنجازات الأخرى

لقد اخترع لينوار عددا من الأجهزة الأخرىٰ ومنها كابح القطار في 1855، وقارب بالمحرك الذي اخترعه في 1886، وطريقة لدبغ الجلد بالأوزون.

لورد كلفن

1907 - 1824



الخط الزمني: 1834: يدخل وليام تومسون جامعة غلاسكو بعمر العاشرة. 1852 – 59: يشرح تأثير جول – تومسون مع جيمس جول. 1858: يسجل براءة اختراع مستلم إشارة التلغراف باسمه واسماه (مرآة الجلفانوميتر) ليستخدم في كابلات الغواصات. 1892: يدخل تومسون بيت اللوردات ويصبح لورد كلفن.

الأسكتلندي وليام تومسون كان مؤهلا لمستقبل باهر منذُ عمر صغيرة. فقد دخل جامعة غلاسكو وكان في لعاشرة فقط ومنها ذهب إلى جامعة كامبريدج، وتخرج منها في 1845. في السنة التالية عرض عليه منصب رئيس فلسفة الطبيعيات (الفيزياء). استمر بشغل هذا المنصب لمدة خمسين عاما.

الثرموديناميك

ان العمل في الجامعة لهذه المدة الطويلة اعطى الفرصة لتومسن لإجراء اختبارات كثيرة خاصة في مجال الفيزياء. لقد كرس اهتمامه في مجالي الثرموديناميك والكهرومغناطيسية. كان يعمل كثيرا مع جيمس جول في المجال الأول، وخرجا معا بمجموعة من القوانين أهمها قانون حفظ الطاقة الذي ينص على ان الطاقة لا تفنى ولا تستحدث يعود بعض الفضل في ذلك إلى ما نشره تومسون في 1852. واستمر بإجراء ابحاثه ليقدم القانون الثاني بان الحرارة تنتقل باتجاه واحد فقط: « من الجسم الأكثر سخونة إلى الابرد ». ولقد توصل العالم الألماني رودولف كلاوسيوس (1822 – 88) إلى نفس النتيجة في وقت مقارب. بالعمل مع جول توصلا إلى تأثير جول – تومسون: « تفقد معظم الغازات حرارتها عند التمدد » ان أهمية هذا البحث وتفصيلاته العلمية ساعد في ازدهار علم التبريد ومنظوماته بالمستقبل. كان تومسون يدرس أيضًا عمر الشمس والأرض وفق الوقت الذي تحتاجه الأرض لتبرد، إلّا أن حساباته كانت بعيدة جدا عما توصل إليه علماء اليوم لعدم وجود معرفة بظاهرة النشاط الإشعاعي.

مقياس كلفن

السبب في ان اسم كلفن أشهر بكثير من تومسون هو لارتباطه بمقياس الحرارة الذي صنعه هذا العالم. وقد استنتج انه في

درجة – 273.16 مئوي، تصل الجزيئات إلى أدنى مستوى من الطاقة. فلا يمكن لشيء ان يبرد أكثر من هذه النقطة التي تسمى بالصفر المطلق. من هنا صمم مقياس كلفن الحراري بتدرجات تشبه التدرجات المئوية لكن اعتبر الصفر المطلق هو صفر ك، أي كلفن. لذلك فان الصفر المئوي هو 273.16 كلفن، بينما درجة غليان الماء هي 373.16 كلفن. وهو واسع الاستخدام في الأوساط العلمية اليوم.

الكهرومغناطيسية

لقد درس تومسون أبحاث فاراداي (1791 – 1867) وارتأى ان يعزز أو يضيف على عمله. ومن اهم ما عمل عليه هو توفير الشروحات الرياضية ليسد نقص فرضيات فاراداي. وبذلك وفر أرضية خصبة لتقبل نظرية المجالات الكهرومغناطيسية. وبذلك مهد لكلارك ماكسويل الخروج بنظرية متكاملة للعالمين أعلاه. لقد نجح تومسون في احتساب الفولتية الصحيحة لكابلات تحت الماء التي تحمل إشارات التلغراف عبر الأطلسي.

الإنجازات الأخرى

لقد خاطر تومسون بحياته عندما أصبح جزءًا من مشروع مد كابلات التلغراف عبر المحيط الأطلسي والذي أصبح ثريا بسببه أيضًا. لقد قدم مصطلح الصفر المطلق الذي لم تعرف درجة اوطأ منه. لقد فحص تومسون عدة مسائل في مجال فيزياء الأرض ومنها التيارات البحرية وشكل الأرض وكهربائية الغلاف الجوي وحرارة الأرض ودورانها. شغل منصب رئيس قسم الفيزياء بجامعة غلاسكو لمدة 53 سنة.

جيمس كلارك ماكسويل

1879 - 1831



الخط الزمني: 1861: ينتج ماكسويل أول صورة فوتوغرافية ملونة. 1864: نشر: (النظرية الديناميكية للمجال الكهربائي)، 1873: نشر (دراسة حول الكهربائية والمغناطيسية)، 1888: يكتشف هاينريش رودولف هيرتز الموجات الراديوية ويدعم نظريات ماكسويل الخاصة بالموجات غير المكتشفة.

في 1860 وما تلاها، قدم العالم الأسكتلندي جيمس كلارك ماكسويل نظرياته الرائدة في الكهرومغناطيسية، وكان حينها أستاذا في كلية كينغ في لندن. تفحص نظريات فاراداي الخاصة بالمجالات المتداخلة للكهربائية والمغناطيسية وأخذ يبحث عن شرح واف لهذه الظاهرة. وخلص ماكسويل إلى ان الظاهرتين

وجهان لظاهرة واحدة بالحقيقة تتولد من مرور شحنات التيار الكهربائي. جرب فرضيته وولد مجالين متقاطعين بتيار متذبذب. واستنتج أيضًا ان سرعتهما كانت تساوي سرعة الضوء (186000 ميل بالثانية الواحدة) وكما سبقه فاراداي في إشارة سريعة، فقد أثبت ماكسويل بان الضوء ظاهرة كهرومغناطيسية. فقد أكد بان الاشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية ما هي إلّا أجزاء من طيف أوسع لا نراه. وبذلك توصل إلى اكتشاف الاشعة الراديوية في 1888.

الإلكترومغناطيسية

لقد رفد ماكسويل هذا الحقل العلمي بجملة من القوانين عرفت فيما بعد بمعادلات ماكسويل وهي أربع معادلات تعبر عن طبيعة العلاقة بين المجالين الكهربائي والمغناطيسي. واستمر برفد هذا المجال بعمله المتواصل وفي 1873 نشر (دراسة حول الكهربائية والمغناطيسية).

ماكسويل وبولتزمان

لم يكتف ماكسويل بعمله في مجال لكهرومغناطيسية بل كان مكثرا في تجاربه ودراساته في مجال الثرموديناميك وتوصل إلى جملة من الاكتشافات المهمة لتفصيل الظواهر الحركية للغازات (كايناتيكس) واستندت إلى حركة جزيئات المواد الغازية، وافترض انها تتباين كثيرا في سرعة حركتها. وقد اسند شروحاته

مرة أخرىٰ بالمعادلات الرياضية وخرج بالقانون المعروف (ماكسويل – بولتزمان) ذي الطبيعة الإحصائية. والجزء الثاني من الاسم تعود إلىٰ العالم النمساوي لودويغ ادوارد بولتزمان الذي توصل إلىٰ نفس الشروحات والنتائج في نفس الوقت. وكانت نظرية ان الحرارة تنبعث نتيجة حركة الغازات هي الضربة القاضية لإنهاء الاعتقاد الذي ساد بان الحرارة نوع من السوائل.

التصوير الملون

اعتقد ماكسويل بان جميع الألوان تتأتىٰ من ثلاثة رئيسية وهذا ما طبقه في مجال التصوير في 1861، وقد نجح في إنتاج أول صور ملونة. شغل ماكسويل منصب أستاذ الفيزياء في جامعة كامبريدج وكان أحد المؤسسين لمختبر كافندش الذي أصبح مشهورا لسمعته العلمية الرصينة وقدم للعالم عددا كبيرا من العلماء المهمين. ان الموت المبكر لهذا العالم قطع سلسلة إنجازاته التي وصفها أينشتاين بانها رائدة وتعد من اهم الإنجازات التي اثرت الفيزياء بعد نيوتن. مات لإصابته بالسرطان في عمر الثمانية والأربعين فقط.

إرث ماكسويل العلمي

بالرغم من انه ليس مشهورا كإسحق نيوتن أو ألبرت أينشتاين إلّا أنه في أوساط الاختصاص يجمع معهما في تميزه وإبداعه العلمي واهميته. لقد اتخذ المعادلات الحسابية وسيلة منطقية لشرح نظريات فاراداي واوجد قوانين ومنظومة موحدة اورثها لمن بعده فازدهر هذا الجانب من الفيزياء بفضل دحضه للخرافات والتصورات التي غلفته لمدة طويلة.

الفريد نوبل

1896 – 1833



الخط الزمني: 1864: ينفجر مصنع نوبل للنايتروكليسيريد ويقتل اخوه في الحادث. 1866: يخترع الديناميت. 1876: يخترع الجيلاتين المتفجر. 1886: يخترع الباليستايت. 1896 يتم تأسيس مؤسسة نوبل حسب شروط وصيته. 1901: منح أول جائزة نوبل.

من العلماء المتميزين وقد اشتهر للجائزة التي نظمها لكبار العلماء أكثر من شهرته لعمله واكتشافاته.

رجل العالَم

كان سويديا، ولد وترعرع في ستوكهولم، إلّا أن معظم دراسته كانت في روسيا. حَيثُ انتقلت العائلة إلىٰ هناك لنجتمع بوالده من جديد في 1842. كان ابوه قد شغل منصب رئيس المهندسين في سانت بيترسبورغ. خلال دراسته، اظهر نوبل تفوقا باللغات واتقن الروسية والفرنسية والإنجليزية والألمانية والسويدية. لكن شغفه الحقيقي كان في الكيمياء. انتقل إلىٰ التخصص بالمجال في باريس سنة 1850. ثُمَّ انطلق إلىٰ الولايات المتحدة ليعود إلىٰ روسيا ويستقر فيها.

النايتروغليسيرين

سرعان ما عاد نوبل إلىٰ السويدية الأم وكرّس جهده العملي للكيمياء. لقد أسس مصنعه لإنتاج مادة النايتروغليسيرين الخطرة نتيجة زيادة الطلب عليها من قبل الهندسة المدنية. وفي 1864، وربما كان من المتوقع، حصلت الكارثة. انفجار كبير اودىٰ بحياة خمسة اشخاص كان أخوه أميل أحدهم. ومنذُ تلك الحادثة ونوبل يصمم علىٰ ان يجد مادة متفجرة أكثر استقرارا وتحت السيطرة وحَيثُ إنّ الحكومة رفضت ان يعيد بناء مصنعه اضطر إلىٰ إجراء تجاربه علىٰ سطح قارب.

متفجرات مستقرة

في 1866، توصل إلىٰ الاكتشاف: ان السائل شديد الانفجار يمتص بواسطة مادة تدعىٰ (كايزلغور) أو تراب نقاعي وينظمها بشكل عصي واسمىٰ مادته الديناميت. سجل نوبل براءة اختراعه في إنكلترا وازدهرت تجارته. ثُمَّ أنتج المادة لمتفجرة الممنوعة (الجيلاتين) في 1876 وبعدها بعشر سنوات أنتج مادة الباليستايت. لقد اعتمدت اختراعاته الأخيرة علىٰ أجهزة لبدء التفجير لتقليل مخاطرها.

جوائز نوبل

لقد ساعدت اختراعات نوبل واسهمه في شركات نفط أخيه في بناء ثروة ضخمة. ومن المفارقة ان رجلا عمل طيلة حياته في مجال المتفجرات يحمل طبيعة مسالمة وملتزمة. كان إنتاجه يستجيب لمتطلبات عصره ولكنه كان يتمنىٰ دائما ألّا يساء استخدام اختراعاته في المستقبل. ولذلك كرس ثروته لتمويل جائزة نوبل في عدة اقسام ومنها للآداب. لقد منحت الجائزة للمرة الأولىٰ في 1901 في مجالات الطب والفيزياء والكيمياء. أكد نوبل علىٰ ان الجائزة تعطىٰ سنويا لأكثر شخصية مفيدة للجنس البشري.

الإنجازات الأخرى

لقد تولى بنك السويد منح جائزة نوبل السادسة في الاقتصاد عام 1968 ومنحت باسم نوبل في 1969. كان الفريد نوبل مخترعا ثرا وقد سجل 350 براءة اختراع في بلدان مختلفة: الجلد الصناعي والحرير وغيرها الكثير وقد جمع ثروته من اختراعاته وسوقها المتطلبة ومن أسهمه في شركات نفط أخيه. لقد جنى أموالا طائلة أيضًا من صناعة الأسلحة السويدية خاصة شركة بوبفورس لكن المفارقة التي تلازم قصته انه كان رجل سلام لا حرب.

ويلهايم جوتلايب دايملير

1834 - 1900



الخط الزمني: 1885: يسجل براءة الاختراع لمحرك وقود للاحتراق الداخلي. 1885: يخترع الدراجة البخارية. 1886: يخترع السيارة ذات الأربع. 1889: يخترع المحرك المحسن ذي الشوطين وأربع أسطوانات. 1893: يخترع كارل بنز أول سيارة تنتج بشكل واسع. 1899: ينتج أول سيارة مرسيدس. 1926: دمج شركتي دايملير وبنز.

لقد عمل الألماني دايملر في مجال المحركات معظم حياته وخلال مسيرته العملية توصل إلى المحرك الذي غير العالم ليكون ما نعرفه اليوم. لم يكن ليكتفي بأية مرحلة يصلها بل العكس من ذلك كان يبذل جهدا استثنائيا ليبلغ الكمال في صنعته. فبعد

المحرك الذي يعتمد الوقود السائل اتضح للعالم تواري عهد القوة البخارية، طور محركه ليكون بمواصفات عالية واخترع بعده الدراجة الهوائية وصولا إلىٰ السيارة رباعية العجلة التي تعمل علىٰ البترول. كل ذلك في غضون سنوات قليلة.

عمله المبكر

كان عمله الأولي يعتمد ما توصل إليه العالم جان جوزيف لينوار، والفونس باو روخاس ونيكولاس اوغست اوتو، لقد عمل دايملر في معمل اوتو كمشرف فني منذُ مطلع 1870 وكان عمله أساسيا في تطوير محرك رباعي الاشواط وأيضًا ما يعرف بـ (دوره اوتو) المنبثقة عنه.

الاختراع الرائد

في 1882 ترك دايملر عمله لدىٰ اوتو لبدء عمله الخاص مع ولهايم مايباخ (1846 – 1929) وكان مهندسا عمل لديه في الشركة القديمة وأصبح مضطلعا بالعمل الريادي للشركة باعتماد انظمة البترول السائل باعتباره مصدرا بديلا لعمل المحركات ومن الممكن ان يستخدم وبشكل ناجح في عمليه الاحتراق الداخلي للمحرك.

وبالرغم من ان هذا الوقود كان قد عُرف منذُ آلاف السنين وكان متاحا اقتصاديا أيضًا لعقود طويله، لكنه لم يستخدم منْ أَجل تطوير عمليه الاحتراق الداخلي في المحركات بسبب ان السائل لا يمكن ضغطه بالطريقة نفسها التي يمكن ان يضغط بها الغاز.

لكن الرجلان عملا معا منْ أَجل تطوير المحرك وابتكار وسيله تمكنهما من استغلال هذا الوقود كمصدر لتشغيل المحركات. سمي هذا الاختراع بمازج الوقود أو الكاربوريتر، وكان مسؤولا عن تحويل البترول السائل إلى رذاذ خفيف من الممكن ان يضغط ويضخ إلى الماكينة الرباعية الاشواط وكانت هذه الحالة تشبه نماذج الغاز المبكرة. سجلت أولى براءات الاختراع لهذه الشركة في 1883 وبحلول عام 1885 كان قد طوروا نموذجا فائقا خفيف الوزن يعمل على الوقود السائل وأصبح هو الأساس لازدهار صناعه السيارات المستقبلية.

المركبات الأولى

لقد استغل دايملر حالا هذه الماكينة لاختراع رايتواجن 1985 وكانت أول دراجة بخاريه في العالم. في 1886 اخترع أول مركبه تعمل على الوقود السائل ولكثرة انشغاله بتطوير ما بين يديه، نسي ان يذكّر العالم بانه صاحب أول سيارة تعمل على محرك الاحتراق الداخلي. وبالرغم من انها قد اخفقت في لحظه احتراق الوقود إلّا أن كارل بنز 1844 - 1929 كان هو صاحب فكره تصميم سيارة بثلاث عجلات ذات الاحتراق قدحا بالكهرباء.

دمج الشركة مع بينز

في 1809 صمم دايملر محركات رباعيه الأشواط بأسطوانتين، وفي السنة التالية، حسّن مايباخ هذه المحركات بإنتاج نسخه رباعية

الأشواط. في ذلك الوقت كان بينز يحقق طفرات نوعية ومتقدمة في صناعه السيارات وهو أول من أنتج السيارات بأعداد كبيره ليطلقها إلى السوق في 1863 باسم بينز - فيلو. لقد اصبحت الشركتان رائدتين في صناعه السيارات وما زالا يتمتعان بهذه السمعة إلى اليوم، وقد دمجتا في 1926. بعد وفاة دايملر استمر بينز بإدارة الشركة لبقية حياته ومن المفارقة ان دايملر توفي برحلة في السيارة في جو عاصف، معترضا نصيحة الأطباء. والمفارقة الأخرى ان الرجل الذي صنع السيارات لم يكن يحبّ السياقة!

دايملر ومرسيدس وبنز

ان اختراع الكاربوريتور هو الذي بدأ عصرا من التنقل يستهلك الوقود السائل كخطوة متقدمة. وما زال العالم يستخدم معظم أساسيات عمل دايملر في تصنيع سيارات اليوم. أخذ اسم مرسيدس من ابنة اميل جايلينك وهو من كان يجرب السيارات المصنعة حديثا تحت الاسم المستعار مرسيدس. كما وجرى اتفاق لتطوير مكائن جديده تحت اسم دايملر - مرسيدس. حَيثُ أثبت هذا المحرك بانه من أفضل ما صُنع ولذلك تحّول اسم خط الإنتاج إلى علامة تجاريه لها ثقلها اليوم. وتجدر الإشارة إلى ان سياره دايملر كانت قد ربحت في السباق العالمي الأول للسيارات من باريس إلى راوين في 1894.

ديمتري مندليف

1907 - 1834



الخط الزمني: 1860 يحضر محاضرة ليستانسلاو كانيزارو الذي يؤثر كثيرا على عمله اللاحق. 1868 – 70: نشر كتابه (مبادئ الكيمياء). 1869: نشر كتابه: « علاقة الخصائص الوزن الذري للعنصر » وكان يتضمن الجدول الدوري. 1893: يصبح مدير مكتب الأوزان والمقاييس. 1955: اكتشف العنصر 101 وسمي مندليفيوم تكريما له.

لقد ولد مندليف لعائلة كبيرة من مدينة توبولسك في سيبيريا، وكان والده ضريرا ولم يستطع إعالتهم، فتولت أمّه هذه المهمة عن طريق إنشاء وإدارة مصنعٍ للزجاج. نتيجة ان هذه الظروف كانت تعليمه بسيطا ولكنه اظهر نبوغا مبكرا يعد بالكثير. وعنده

وفاة والده، شجع أمه لترك سيبيريا في 1848 خاصة وان المصنع قد احترق وكان يسعىٰ لدخول الجامعة. لقد واجهت مندليف الكثير من الصعوبات في دخوله إلىٰ الجامعة لكنه قبل في النهاية في معهد العلوم التربوية في سانت بيترسبرغ وهنا كان قد تفوق علىٰ اقرانه بشكل واضح وتأهل ليكون مدرّسا في 1855. ثُمَّ أخذت تنهال عليه فرص أخرىٰ للدراسة في جامعات روسيا وبلدان أخرىٰ.

المؤثر الأكبر

في، 1860 حضر مندليف مؤتمرا كيميائيا مهمّا في كالذرو، وهنالك كان الإيطالي ستانيزلاو كانيزارو (1826 – 1910) يحاضر وبشغف كبير حول اعاده اكتشافه الفرق الواضح بين الجزيئات والذرات وكان هذا البحث قد ألقىٰ سابقا في 1811 من قبل العالم افوغادرو. إن فهم الأوزان الذرية للعناصر اختلط علىٰ الكثيرين في الوسط العلمي لأكثر من نصف قرن إلىٰ ان جاء كانيزارو بخطابه العلمي القاطع الذي إثر وبشكل واضح في نمو وتطور عمل مندليف اللاحق.

خلال ستينيات القرن التاسع عشر عاد مندليف إلىٰ سانت بيترسبورغ منْ أَجل ان يصبح رئيسا لقسم الكيمياء في الجامعة في 1866. خلال هذه الفترة، كانت دراسة الكيمياء تفتقر وبشكل واضح منهج تعليمي مفهوم، وبذلك انطلق بمشروعه الخاص لكتابته. انتهىٰ أخيرا من كتابة هذا المنهج في 1869 وحمل الكتاب

المنهجي عنوان (مبادئ الكيمياء)، وبذلك اسّس لمنهجية جديده في التعليم الجامعي. خلال تأليفه هذا الكتاب انتبه مندليف إلى طبيعة الأوزان الذرية للعناصر وحاول ان يدلو بدلوه لتقويم عرضها.

تركيبه العناصر

لقد حاول مندليف تصنيف العناصر الكيميائية بشكل منظم، ولم تكن هذه هي المرة الأولى التي يحاول فيها العلماء وضع جدول منظّم ومبرمج يضمّ العناصر الكيميائية المعروفة. وفي كلّ مرّة لم يفلح العلماء في إيجاد هيكلية مناسبة. وقد لاحظ مندليف ان الأوزان الذرية تؤثر في مواصفات العناصر ولاحظ أيضًا انه عندما تنظّم العناصر حسب أوزانها فأنها تظهر تشابها في صفاتها. لقد توصل الكيميائي البريطاني جون الكساندر نيولاندز في 1864 وبشكل منفصل لملاحظات مشابهه لكن مع الاسف تم تجاهله.

الجدول الدوري

وكما توقع مندليف فإن العناصر التي تم اكتشافها أدرجت في الجدول الدوري في الفراغات التي تركت لها، فقد اكتشفت ماده الجاليوم والسكانديوم والجرمانيوم ووضعت في أماكنها المتوقعة.

اعتقد مندليف أيضًا بان بعض العناصر كالذهب لم تحسب أوزانها الذرية شكل دقيق. وبذلك أجري بعض التعديلات على العناصر التي كانت قد احتسبت أوزانها الذرية سابقا. لقد طبع

مندليف أول جدول دوري في 1869 وفي البداية لم يلقَ رواجا أو قبولا لأنه في الحقيقة كان قد زعزع مفاهيم كيميائية كثيرة من جذورها وقدمها على طاولة إعادة النظر.

المندليفيوم وسانت بيترسبيرغ والجدول الدوري

لقد تنبأ مندليف بثلاثة عناصر من المتوقع اكتشافها لتملأ الفراغات المنطقية في جدوله الدوري ومن بينها السليكون والبورون. ولم يتضمن جدوله أيًّا من الغازات النبيلة التي لم تكن معروفة في ذلك الحين. لقد فحص مندليف أيضًا التمدد الحراري للسوائل ودرس أيضًا طبيعة واصل البترول. في 1890 استقال من وظيفته وفي 1893 اصبح مديرا لمكتب الأوزان والمقاييس في سانت بيترسبيرغ. ان العنصر ذا الرقم الذري 101 الذي أُكتشف سنة 1955 سمي بعد اسمه تكريما له (مندليفيوم) ويُذكر ان مندليف فاتته جائزة نوبل للكيمياء بفارق صوت واحد في التصويت عام 1906.

فيلهلم كونراد رونتغن

1923 - 1845



الخط الزمني: 1868 رونتغن يُمنح درجة الدكتوراه لرسالته حالات الغازات. 1894 يبدأ تجاربه على اشعة الكاثود. 8 تشرين الثاني 1895 يكتشف الاشعة السينية. 28 كانون الأول 1895 يعرض نتائجه للعالم. 1901 أول من يحصل على جائزة نوبل للفيزياء. 1912 أخيرا تُفهم الاشعة السينية نتيجة العمل اللاحق لماكس كيودور فونلوه.

ان استخدامات الاشعة السينية اليوم، خاصة في المستشفيات معروفة جيدا لدى الجميع. لكنها قبل اكثر من قرن لم يكن الفيزيائيون المخضرمون يعرفون شيئا عنها لقد كانت مصادفة طيبة للعالم رونتغن الألماني لتغيير هذا المسار المعرفي ويبدأ بسلسلة

من الدراسات لا تكشف فقط عن الاشعة السينية وانما تفتح الباب للنشاط الإشعاعي كمجال علمي منفصل.

الاشعة السينية

كان رونتغن عالما ناجحا وبخط سير متميز حَتىٰ قبل مصادفته الاشعة السينية. كان أستاذا للفيزياء في جامعة وورزبورغ الألمانية من 1888 واجرىٰ دراساته في مجالات كثيرة. لكنه لم يكن معروفا علىٰ مستوىٰ عالمي حَتىٰ 1895/12/28 عندما فكّ لغز الاكتشاف المذهل الذي سيكون له الفضل في تخليده. ان قصة الاشعة التي اكتشفها رونتغن واسماها بـ (سين) لأنها ببساطة غير معلومة أول اكتشافها لكنها في الحقيقة كانت تدور في مختبر رونتغن قبل أسابيع من هذا التاريخ.

لقد اجرىٰ بعض الاختبارات التي تضمنت اشعة كاثودية غير مفهومة عندما لاحظ شيئا بعيدا عن المعتاد. فعلىٰ عكس طبيعة الاشعة الكاثودية التي تقطع بضعة سنتيمترات فقط لاحظ شيئا مضيئا في الظلام اثناء الاختبار. كانت شاشة مغطاة بمادة تُدعىٰ سيانيد بلاتين الباريوم ولاحظ عندها ان هذه الاشعة لم تكن من قطب الكاثود حَيثُ ابتعد المصدر عدة امتار عنها وساورته الشكوك حول طبيعة هذه الاشعة.

صور العظام

قبل إعلان نتائجه للعالم استطاع ان يكتشف الكثير من خصائص هذه الاشعة ومن بينها العوامل التي ستطوعها لفائدة البشرية في المستقبل. لاحظ ان هذه الاشعة تستطيع ان تخترق الكثير من المواد مثل المعادن والخشب والأطراف البشرية ولكن ستظهر العظام كظلال على صفيحة التصوير وبذلك تولد صورة للأشعة السينية ووجد أيضًا ان هذه الاشعة تنتقل بخطوط مستقيمة ولا تتأثر بالمجالات الكهربائية أو المغناطيسية ولكن من المؤكد انه لم يكن متأكدا مما وجده. لقد تشابهت مع اشعة الضوء ببعض النقاط لكنها لا تنعكس أو تنكسر. ولم يكن حتى 1912 ان بدأ الناس بفهم طبيعة هذه الاشعة بشكل واضح وذلك بعد ان استعرض ماكس ثيودور فون لوه (1879 – 1960) بان هذه الاشعة هي نوع من الإشعاع الالكترومغناطيسي وبطول موجي اقصر من الضوء المرئي.

التطبيقات الطبية

ان فوائد الاشعة السينية في الطب انتشرت بسرعة وأصبحت في متناول الجميع ولأنها شُرحت بشكل كامل ووافي أصبحت تُستخدم في مجالات أخرى كدراسة تركيب الجزيئات وفي فحص خصائص البلورات. لقد صادفت علماء آخرين الناتج الثانوي لاستخدام الاشعة السينية ومنهم انطوان هنري بيكيريل (1852 – 1908)

الذي درس النشاط الإشعاعي كناتج لتجاربه واحتاج الامر إلى بعض الوقت ليدرك العالم المضار المتسببة عن الاشعة السينية حَيثُ تأثرت صحة رونتغن من جراء تجاربه ويُذكر انه أول عالم استلم جائزة نوبل للفيزياء عام 1901 جراء اكتشافه.

إنجازات رونتغن الأخرى

كان رونتغن أول شخص يصور بالأشعة السينية ومن بين هذه الصور يد زوجته. بعد اكتشافه للأشعة استغرق ستة أسابيع فقط لتحديد الكثير من صفاتها وكانت هذه الإنجازات جوهرية لاكتشاف النشاط الإشعاعي. اشتغل رونتغن واجرى الأبحاث في مجالات علمية أخرى هي المرونة والخاصية الشعرية والحرارة النوعية للغازات والتوصيل الحراري في البلورات وامتصاص الحرارة من قبل الغازات واستقطاب الضوء وللأسف ونتيجة لأبحاثه المستفيضة أُصيب ومساعده بالتسمم الإشعاعي.

توماس البا اديسون

1931 - 1847



الخط الزمني: 1870 اديسون يبتكر أول عداد بورصة ويعتبر ناجحا اقتصاديا. 1875 يؤسس مختبره في منلوه بارك. 1877 يسجل براءة الاختراع للموصل الكاربوني وما زال يستخدم في الهواتف اليوم. 1877 يخترع الفونوغراف. 1879 يكتشف أول مصباح يستخدم على مستوى تجاري.

من اهم الاقوال التي نُسبت إلى توماس اديسون هو ان العبقرية هي جزء واحد و99 منها هو الجهد المبذول. وكان هذا مختصر الطريق الذي رسمه لنفسه ليتقدم في علومه.

التجربة والخطأ

على عكس معظم العلماء في وقته لم يكن اديسون يميل إلى الرسائل البراقة والصياغات الرياضية العالية وانما كان غالبا ما يلجأ إلى التجربة والتكرار والخطأ فكانت التجربة العملية هي سيدة الموقف وقد عزى المراقبون ان هذه الطريقة لها أسبابها بسبب قلط التعليم الذي تلقاه حَيثُ ترك المدرسة في الثانية عشرة من عمره وفقد سمعه تدريجيا منذُ الرابعة عشرة فساعده ذلك على التركيز بدون تشويش على عمله وقالت امه انه كان يستفسر عن كل شيء يصادفه في صغره. كان اديسون ببساطة يرفض تقبل فكرة (مستحيل) ولا شيء ممكن تحقيقه بدون التجربة المتواصلة والوصول إلى نتيجة مقنعة. يقول اديسون: « استنتج ما يحتاجه العالم واحاول اختراعه ». بعد ان سجل 1093 براءة اختراع بمفرده أو مع آخرين وقد توقفت اختراعاته في عمر الثالثة والثمانين كان اكثر المخترعين غزارة بالإنتاج على مستوى العالم فكان يسجل براءة اختراع كل أسبوعين. لذلك فالسؤال الذي يطرح نفسه ليس كيف غيّر اديسون العالم وانما أَيًّا من اختراعاته كانت الأكثر تأثيرا.

اعظم اعماله

قد تكون مثلا الفونوغراف أول ماكنة لتسجيل الصوت بالعالم حَتى اديسون نفسه لم يستمتع بعملها ربما كان المصباح الضوئي المتوهج الذي انتشر تجاريا بعد إنتاجه لأول مرة في 1879 بعد

اكثر من ستة آلاف محاولة لإيجاد الخيط الصحيح للإضاءة حَيثُ وجد الحل في كربنة ليف البامبو. قد يكون المصباح الكهربائي الذي انتشر أو منظومات الحرارة والطاقة التي كانت تُولّد مركزيا وتُوزّع إلىٰ المنازل والمؤسسات وهذا ما نفذه اديسون في مانهاتن الجنوبية 1882 والتي بعدها تحولت إلىٰ شركة باسم (جنيرال اليكتريك) ام كانت الأجهزة التي طورّها للتسجيل أو تحريك الصور والتي دخلت السوق عام 1894 وتطورت بعدها إلىٰ الأفلام الصامتة وما تلاها من صناعة الأفلام؟ وهنالك أيضًا اختراعات أخرىٰ مثل موصل الكاربون للهواتف وهو ما جعل من جهاز بيل مسموعا ليلبي الطلب التجاري والاستهلاك العملي. ماكنة تسجيل التصويت الإلكتروني وكانت هذه هي براءة اختراعه الأولىٰ ام كانت عداد البورصة العالمية وهذا الاختراع تم بيعه في 1870 مقابل أربعين ألف دولار مما مكنّه من تمويل ابحاثه اللاحقة.

منهجه الثوري

لقد كان منهج اديسون ثوريا حقا فقد أسس وطوّر عددا من المراكز تغصّ بالمخترعين والعلماء والمهندسين الذين يعملون ليل نهار علىٰ الاختبارات وبناء التجارب المثمرة. كان أول مركز هو مختبر منلوه بارك في نيوجيرسي عام 1876. لم تكن هذه المراكز مهمة فقط لتحقيق اختراعات اديسون ولكنها غيّرت فهم العالم لمعنىٰ الاختراع وكيفية استثمار العقل البشري تجاريا.

ارث اديسون

يعتبر اديسون أشهر امريكي في وقته بينما كان في المدرسة يعتبر متخلفا بسبب عجز السمع لديه وحضر دروسه بشكل متقطع لخمس سنوات فقط وبرغم هذه البداية المحبطة إلّا أنه لا شك في ان اديسون قد غيّر العالم حقا بهذا الكم الهائل من الاختراعات المسجلّة وشعر انه لم يفعل الكثير حَيثُ قال: « ان لم يتمكن الإنسان من مضاعفة نصل عشبة فللطبيعة ان تسخر مما ندعوه المعرفة العلمية » ويقول أيضًا: « معرفتنا لا تتعدى جزءًا من المليون من الواحد بالمئة لأي شيء ».

الكساندر غراهام بيل

1922 - 1847



الخط الزمني: 1870: على خلفية موت اخوا بيل من السل الرئوي، يهاجر إلى كندا. 1873: يصبح أستاذ فسلجة الصوت في جامعة بوستون. 1875: يسجل اختراعه التلغراف المتعدد. 1876: يسجل براءة اختراع التلفون.

بالرغم من الكساندر غراهام بيل كان قد نجح في نقل الصوت عبر سلك قبل بلوغه الثلاثين من العمر إلّا أن الطريق لاختراع الجهاز المطور كان مضنيا ولو على المستوى الجسدي. كان بيل أسكتلنديا ونشأ في ايدينبيرغ، وتلقى تعليما محدودا في جامعة ايدنبيرغ ولندن. أما تطويره للتليفون فكان في بوستون الولايات المتحدة الامريكية في 1876. خلال حياته عمل مدرسا

في ايلجين في اسكتلندا إلّا أن دراسته للأمواج الصوتية في بوستون، هي التي اوصلته إلى بلورة اختراعه الرائد.

الهجرة

كان الاب على سرّ أبيه، فقد كانا يعالجان من كانوا يعانون من صعوبات في النطق. لقد عصفت الالام بالعائلة بعد موت اخويه بالسل الرئوي. مما أدى إلى هجرة العائلة إلى كندا في 1870. في هذا الوقت، كان الكساندر مصابا بهذا المرض أيضًا، ولكنه تماثل للشفاء. في 1871، كان مستعدا للانتقال إلى بوستون التي وفرت جميع الظروف المؤاتية لاختراعه المستقبلي. كانت محاضراته حول تعليم الصم لغة الإشارة التي اتقنها من ابيه؛ مجموعة من الرموز الصوتية يتواصل بها الصم فيما بينهم. بناءً على هذا العمل اختير كأستاذ لفسلجة الصوت في جامعة بوستون في 1873.

وضع الأفكار في مساحة العمل

كانت دراسة بيل لموجات الصوت متقدمة بعد هذا التخصص العالي، على عكس تجاربه العملية. لقد ساعده لقاؤه بتوماس واطسون لنقل أفكاره إلى واقع تجريبي وفق تصاميم سكوتسمان. لقد جمع المال من أهالي الطلبة الصم لدعم مشروعه الواعد.

الأمواج الصوتية

بنىٰ بيل نظريته حول مبدأ بسيط، بإمكان موجات الصوت الصادرة من الفم ان تتحول إلىٰ تيار كهربائي باستخدام الجهاز المناسب للتحويل. كانت هذه هي النقطة الأهم لان انتقال التيار عبر السلك كان يبدو اسهل. وكان يفكر ان يستلم التيار جهاز علىٰ الطرف الآخر من السلك ليحوله إلىٰ إشارات صوتية مفهومة. سجل بيل اختراعه للتليفون في 1876، وتعالىٰ الجدل حول الحقوق والملكية الفكرية للاختراع ولكن أخذ كل من سكوتسمان والآخرون حقهم. لقد جنىٰ الأموال الطائلة من جراء اختراعه في عمر مبكرة مما أتاح له فتح المختبرات لمواصلة الأبحاث في هذا المجال. لقد تبادل اديسون وبيل الفائدة حَيثُ طور كل منهما اختراع الآخر، الأول بإضافة الموصل الكاربوني للأرقام في الهاتف، والثاني من خلال تطوير فونوغراف اديسون.

من بين اختراعاته الأخرىٰ: الكشف بالسونار والآلات الطائرة والفوتوفون (تلفون يعتمد الضوء كوسط ناقل بدلا من الكهرباء). لقد طور بيل وسائل التعليم للصم فقد علّم الطالبة الصماء والعمياء، هيلين كيللر. وكان أيضًا من مؤسسي الدورية العلمية: ساينس.

ارث بيل

ان الرجل الذي قهر المسافات ومكن الناس من التوصل بالرغم منها باستخدام الصوت فقط، كان قد مضى معظم حياته مع الصم. في وقت فراغه، كان يحلم ويصمم بباله اختراعات تعين الصم وتتغلب على عزلتهم. ولذلك وقف اختراعه الأشهر (التلفون) على مسافة بعيدة من بقية اهتماماته ونشاطاته.

انطوان هنري بيكيريل

1852 - 1908



الخط الزمني: 1875: يبدأ بيكيريل ابحاثه في البصريات. 1876: يعين مدرسا في المعهد التقني بباريس. 1888: يحصل على شهادة الدكتوراه من هذه المؤسسة التعليمية. 1899: يتم ترشيحه عضوا في الأكاديمية الفرنسية للعلوم. 1896: يكتشف النشاط الإشعاعي. 1903: يمنح جائزة نوبل للفيزياء مشاركة مع ماري وبيير كوري.

ان اكتشاف رونتغين للأشعة السينية مع نهاية 1895، اطلقت موجة من التساؤلات حول خصائص هذه الظاهرة. وأحد المهتمين بنتائج عمل رونتغين كان العالم الفرنسي انطوان هنري باكيريل. خلال تجارب الأخير على الاشعة السينية وتقصيه الحقائق عن

طبيعتها في 1896، صادفه ما يُعرف اليوم بالنشاط الإشعاعي مُفتتحا بذلك تخصصا علميا جديدا يستدعي البحث والدراسة.

المهندس

في الوقت الذي اكتشف فيه باكيريل الاشعة الغامضة، كان عالما مرموقا، انحدر من عائلة علمية معروفة بإنجازاتها. فقد كان جده وأبوه عالمي فيزياء وحاصلين على درجة الأستاذية في التاريخ الطبيعي لقسم الفيزياء في المتحف الفرنسي. وقد حذا انطوان هنري حذوهما، حَتىٰ إنّ ابنه جان (1878 – 1953) استمر على نفس النهج. لقد أصبح انطوان بيكيريل رئيس المهندسين لقسم الطرق والجسور. مع ذلك، لم يغفل عمله كعالم محققا إنجازات كثيرة. وقد ترأس قسم الفيزياء في المعهد التقني في باريس وقد حظي أيضًا بالعضوية الرفيعة لأكاديمية العلوم في 1889. مع كل هذه النجاحات ظل باكيريل تواقا لملء مكانه العلمي باكتشاف حقيقي، وهذا ما اصطحبته معها الاشعة السينية.

الفرضية الملهمة

بدأ اكتشاف العالم الفرنسي الرائد بفرضية واحدة، عندما كان يبحث في مختبره في معهد التقنيات العليا في باريس في كيفية تصوير الأشعة السينية وإظهارها على صفائح فوتوغرافية من صنعه. وكان يكسو تلك اللوحات من كبريتات مختلفة للتوتياء والكالسيوم وأملاح أخرىٰ. ولاحظ خلال محاولاته تأثر الصفائح

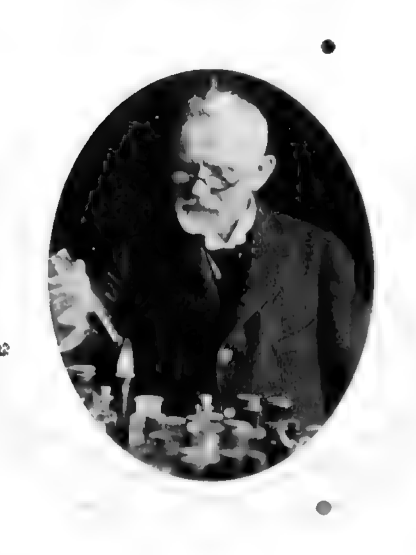
في الظلام رغم عدم ضربها بأشعة أخرىٰ. وكان يدرس مواد فسفورية تتميز بأنها تضيء في الظلام بعد تعرّضها للضوء، وظن أن اسوداد لوحاته كان ناتجا عن المواد الفسفورية. فقام بلف الشرائح الفوتوغرافية في ورق أسود ووضع عليها بعضا من المواد الفسفورية، فلم تسود اللوحات الفوتوغرافية. ولكن عندما وضع أملاحا من اليورانيوم علىٰ اللوحات الفسفورية المغطاة بورق أسود وجد أنها اسودت، دليل علىٰ خروج أشعة من أملاح اليورانيوم تنفذ خلال الورق الاسود. لم يكن يملك التفسير الدقيق عندها، ولكن الاستخلاص التالي لليورانيوم أكد ما عُرف بالنشاط الإشعاعي، هذه التسمية التي أخذت عن ماري كوري المشهورة بتجاربها المكثفة في هذا المجال. وبعد ان تشارك مع ماري وبيير كوري جائزة نوبل للفيزياء عام 1903، سميت وحدة القياس العالمية للنشاط الإشعاعي علىٰ اسم بيكيريل.

الإنجازات الأخرى

لم يتضح اكتشاف بيكيريل مباشرة ولم يحظ بالشرح والتفصيل إلّا بعد عودة آل كوري لدراسة الموضوع في 1898. ولاحظ بيكيريل إمكانية استثمار هذه المادة في المجال الطبي حَيثُ تعرض لحروق من اثر وجود بعض الراديوم في جيبه عام 1901. وفعلا تم تطوير هذا الاكتشاف ليكون العلاج الإشعاعي جزءًا أساسيا في محاربة السرطان حاليا.

بول إيرليخ

1915 - 1854



الخط الزمني: 1882: يكتشف روبرت كوخ بكتريا باسيلاس تيوبركولوسيس؛ لمرض السل الرئوي. 1885: ينشر كتابه (حاجة الكائنات الحية للأوكسجين). 1892: يبين إيرليخ كيف ان الأمهات يمررن المضادات الحياتية عبر حليبهن لأطفالهن الرضع. 1908: يستلم جائزة نوبل للفسلجة (مع ايلي متشنيكوف). 1909: يكتشف مركب من الارسينيك لمعالجة السيفلس.

بعد العمل الذي برع فيه ادوارد جنر ولويس باستور، اتضح للعالم أهمية التطعيم وكيف استطاعت اللقاحات المختلفة الانتصار على أمراض قاتلة. مع حلول القرن العشرين كانت هنالك أمراض ما تزال تهدد الإنسان بضراوتها. سعى العلماء إلى

إيجاد طرق جديدة تقضي عليها، وكان العالم الألماني بول إيرليخ من ابرز الأسماء التي وجدت علاجات جديدة.

مبدأ الصبغة

كان إيرليخ قد تابع الكائنات المجهرية المصبوغة في الحقل المجهري. من خصائص هذه الطريقة ان البكتريا وحسب نوعها، تستجيب لصبغة معينة دون أخرىٰ. بالإضافة إلىٰ ذلك فقد عمل علىٰ إيجاد صبغة مضيئة تصطبغ بها بكتريا السل فقط. كانت هذه الخلايا مكتشفة من قبل العالم روبرت كوخ (1843 – 1910) في 1882. لقد أصبحت طريقة إيرليخ في التشخيص معتمدة حَيثُ نسبة الخطأ فيها يكاد لا يذكر.

الرصاصة السحرية

استمر العالم بول إيرليخ بتطوير منهجيته التفريقية للبكتريا لسنوات طويلة. في حوالي 1905، أخذ إيرليخ يتوجه بأبحاثه باتجاه إيجاد العلاج بنفس طريقة التشخيص. بداية، كان يتساءل ان كانت الاصباغ الصناعية التي شخصت بكتريا السل من الممكن ان تقتلها أيضًا عند إضافة مادة ما؟ كانت هذه المادة هي الارسينيك أو الزرنيخ. تتسم هذه المادة بانها سامة للإنسان، ولكن بتراكيب معينة، وجد إيرليخ انها دواء فعال ضد البكتريا بدون اعراض جانبية خطيرة. اكمل إيرليخ فترته التجريبية لـ (الرصاصة السحرية) في 1909. يتميز هذا الدواء انه يتصيد

بكتريا السفلس ويقضي عليها. اطلق علاجه في السنة التالية تحت اسم (سالفارسان) الذي انتشر بسرعة كبيرة ولاقى نجاحا منقطع النظير لإنقاذ البشرية من مرض يودي بهم إلى الجنون فالموت. ان طبيعة هذا العلاج وآلية عمله مهدت الطريق للعلاج الكيمياوي المنتشر اليوم في مقارعة السرطان.

جائزة نوبل

في خضم عمله على الخلايا القاتلة وتطوير العلاجات التي تقضي عليها، رشح اسم إيرليخ لجائزة نوبل في 1908 عن عمل آخر، علم المناعة. لقد انصبت جهود إيرليخ العلمية أيضًا على بحوثه في فرع المناعة. لقد ارسى إيرليخ دعائم هذا العلم بتوفير المنهجية المنظمة والحسابات الكمية ذات العلاقة. كانت الحيوانات المختبرية تتسلم جرعات من البكتريا المرضية وتستجيب أجهزتها المناعية بتوليد المضادات الحيوية ضد هذه الأمراض. هذه الطريقة الهمت إيرليخ لإيجاد علاج لمرض الخناق القاتل (الدبثريا) واستمر بتجاربه وقياساته الكمية والتحليلية لإيجاد علاجات أخرى وفتح الطريق امام العلاج الكيمياوي.

إرث إيرليخ

مع توفر المضادات الحيوية وغيرها الكثير من العلاجات اليوم، يصعب تخيّل تهديد هذه الأمراض (السل والخناق وغيرها الكثير) المجتمعات السابقة. فحَتىٰ خمسينيات القرن المنصرم كانت الكثير من الأمراض تساوي الموت المحقق. كتبت التايمز اللندنية مفتتحا تكريما لبول إيرليخ: العالم كله مدين له. بهذه الكلمات تظهر أهمية إنجازات إيرليخ العلمية وكمّ الحيوات الذي أنقذها.

نيقولا تيسلا

1943 - 1856



الخط الزمني

يخترع تيسلا المحرك الحثّي. 1884 يصل معدما إلى الولايات المتحدة. 1885 تشتري ويستنغ هاوس اليكترك حقوق اختراعات التيار المتناوب لتيسلا. 1891 يبتكر ملف تيسلا. 1899 اكتشاف الموجات الأرضية المستقرة. 1917 يستلم تيسلا وسام اديسون.

القليل من مجايلي توماس اديسون (1847 - 1931) نافسوه وربحوا لكن من استطاع ان يصدق عليه حقا هذا الادعاء كان أحد موظفي هذا المخترع الأمريكي العظيم. فقد عمل نيقولا تيسلا، مهندس كهربائي غريب الاطوار، لدى اديسون عند قدومه للولايات المتحدة لأول مرة. ولد نيقولا في كرواتيا اليوم

وجاء كمهاجر إلى أمريكا في 1884. ان التناقض في شخصيتي الرجلين والتضارب بأفكارهما الكهربائية، جعلت من علاقتهما قصيرة جدا. هذه الضغينة التي توارت خلف تنافسهما، أهدت العالم فيما بعد، نتائجها الثرة.

نقل الطاقة الكهربائية

بدأت القصة مبكرا في أوروبا. كان تيسلا ذكيا وغريب الاطوار بفكر متشتت منذُ عمر صغيرة. ولم يأتِ من عائلة ذات خلفية أكاديمية بالرغم من وجود تأريخ من الابتكارات في خط اجداده مما حمل الاب على بذل جهد كبير لتنمية قابليات تيسلا العقلية فكان تيسلا يعاني من انقطاعات في تعليمه بسبب المرض المتكرر وصدمته الكبيرة التي أخذت منه مأخذا نتيجة موت أخيه الأكبر دين. إلّا أن تيسلا تقدم بدراسته ووصل إلى المراحل العليا ليحتل مركزا في جامعة غراز في النمسا. خلال تواجده في الجامعة كان يحضر معارض لأنواع من المولدات والمحركات الكهربائية مما جعله يفكر مليا بكيفية نقل الطاقة الكهربائية واستغلالها. لاحقا جاء بفكرة إدخال حقل مغناطيسي دوّار وقدمه كمحرك حتّي يستطيع ان يولّد (التيار المتناوب) ويعرف اليوم بـ (AC).

كانت معظم الطاقة الكهربائية المستخدمة في ذلك الوقت في البيوت والمكاتب والمعامل تعتمد على التيار المباشر (DC) والذي كانت له محدداته خاصة ما يتعلق بكلفة التوليد وصعوبة الانتقال عبر مسافات طويلة والحاجة المستمرة لوجود عاكسات

تيار. على العكس من ذلك أثبت تيسلا لاحقا ان تياره المتناوب بإمكانه التنقل بشكل آمن وكفوء عبر مسافات طويلة ولا يكلف شيئا بالمقارنة بالأول. لقد توافق ابتكاره للمحرك الحثي مع أفكاره المبكرة التي تعود لعام 1883 ليحقق أول قفزة نوعية على هذا الطريق. خطوته القادمة هو بيع هذا الابتكار.

متناوب ام مستمر؟

قرر تيسلا الهجرة إلى أمريكا وقد وصلها معدما لكنه سرعان ما وجد عملا من خلال استخدام مهاراته في هندسة الكهرباء. عمل مع اديسون ولم يتفق الرجلان لمدة طويلة حَتىٰ طرده خلال سنة واحدة فقط. لكن منافس اديسون، جورج ويسنغ هاوس كان يتودد لتيسلا. في 1885 اشترت شركته، ويستنغ هاوس اليكترك، حقوق ابتكارات تيسلا ذات التيار المتناوب فاندلعت حرب الكهرباء.

كان الامر بالنسبة لأديسون وآخرين منفعة مالية أكثر منها علمية. ولذا كرّس اديسون جهده لإنجاح تياره المستمر. مع العلم انه كان بالفعل التيار المعتمد آنذاك لتوفير الطاقة الكهربائية.

أما ويسنغ هاوس وتيسلا فكانا مؤمنين بان طريقتهما هي التي ستنجح في النهاية لأنها الأنسب لمتطلبات العمل فاستقتلا بشدة للترويج لها. وبالرغم من محاولات اديسون المتكررة والمستمرة لتخريب سمعة التيار المتناوب من خلال ادعاءاته بأنه غير آمن (وكان يردُّ تيسلا على هذا الادعاء من خلال عروض واسعة

يحمل فيها المصابيح بيديه وهي تُضاء بالتيار المتناوب ليثبت انها آمنة على الجسم) إلّا أن النصر كان حليف التيار المتناوب في نهاية المطاف حَيثُ ادرك الناس سريعا ان الابتكار الذي لحق ابتكار اديسون كان يحقق نقلا كفوءًا للطاقة فأخذت دائرة استخداماته تتسع مقابل انحسار اعتماد التيار المستمر الذي تحدد في مجالات تطبيقات الاختصاص فقط وبقي الامر هكذا حَتىٰ يومنا هذا.

ملف تيسلا

في 1891 ابتكر تيسلا بناءً علىٰ معرفته (ملف تيسلا) الذي تفوق بكفاءته علىٰ ما سبق في توليد تيار متناوب عالي التردد. كانت له تطبيقات كثيرة وحَتىٰ يومنا هذا فهو يستخدم في الراديو والتلفاز والآلات الكهربائية المختلفة. ان استخدامها مع اكتشاف تحويلة القرن (الموجات الأرضية المستقرة) كانت تترجم ان كوكب الأرض يمكن اعتباره موصلا كهربائيا وبناءً علىٰ ذلك أنتج عروضا متميزة في هذا المجال فقد ولّد تيسلا ضربات رعدية انتجها بنفسه تصل إلىٰ مئة قدم وفي مرة أخرىٰ اضاء مئتي مصباح لا تتصل بأسلاك وامتدت لتغطي مساحة خمسة وعشرين ميلا. وبالفعل فقد أصبحت فكرة انتشار انتقال الكهربائية دون اسلاك هي الشغل الشاغل لتيسلا في سنواته الأخيرة. ويشير نظام الوحدات الدولي إلىٰ وحدة (تيسلا) لقياس كثافة الفيض المغناطيسي تكريما له.

الإنجازات الأخرى

كان تيسلا خصب النتاج ومن بين ابتكاراته جهاز الرد الآلي في الهاتف ومبدأ الحقل المغناطيسي الدوار ومنظومة التيار المتناوب متعددة المراحل ومحرك الحث ونقل طاقة التيار المتناوب ومحولات ملف تيسلا والاتصال اللاسلكي والراديو والمصابيح الفلورية مع أكثر من سبعمئة ابتكار آخر.

السير جوزيف جون تومسون

1940 - 1856



الخط الزمني: 1860: يدخل تومسون جامعة مانشستر بعمر 14 سنة فقط. نيسان 1897: يعلن اكتشافه الإلكترونات. 1906: يستلم جائزة نوبل. 1908: منح وسام فارس الملكة.

مع إقبال القرن العشرين، الوقت الذي تصور فيه الكثير من الفيزيائيين بان معظم الاكتشافات المهمة في مجال اختصاصهم قد تحقق بالفعل، يأتي الإنكليزي جوزيف جون تومسون ليبدد هذا التصور.

ساهم القرن العشرين في إيضاح الكثير من القضايا العلمية المبهمة والصعبة التي هيمنت على القرن التاسع عشر خاصة ما يتعلق بالنظرية الذرية. فقد اعتقد العلماء حينها انهم قد

توصلوا إلىٰ فهم خواص واحجام الذرات المكونة للعناصر؛ كان الهيدروجين يعتبر الأصغر علىٰ الإطلاق. فعندما أعلن ج. ج. تومسون اكتشافه جسيما يزن واحدا من ألف من كتلة ذرة الهيدروجين، كان حقا قد وجه هزة عنيفة للمجتمع العلمي.

مناظرة شعاع الكاثود

كانت بداياته مبكرة؛ حضر تومسون دروس الفيزياء النظرية - وكانت مادة دراسية جديدة حينها لم تتوفر في الكثير من الجامعات - في جامعة مانشستر بعمر 14 فقط. جاء اكتشافه الأهم خلال توليه منصب رئيس ما يعرف اليوم بمختبر كافنديش الشهير في كامبريدج. تسنم منصبه في 1884 حَتىٰ 1919، وقرر عندها تفحص واختبار صفات اشعة الكاثود، والتي تعرف الآن بانها خط بسيط من الإلكترونات. أما حينها فقد اثار جدلا واسعا في أوساط الاختصاص. كانت الاشعة ظاهرة للعيان مثل الضوء العادي، ولكن من الواضح أيضًا انها لم تكن ضوءًا عاديا. فهل كانت نوعا من الاشعة السينية؟ الكثيرون كادوا يجزمون بانها ليست كذلك. منْ أَجل توضيح الموضوع، صمم تومسون سلسلة من التجارب يتمكن معها من إجراء القياس علىٰ اشعة الكاثود تلك لتوضيح ماهيتها.

قياس كتلة الجسيمات

تم توليد الاشعة من خلال تمرير شحنة كهربائية خلال انبوبة مفرغة من الهواء أو الغازات. ومن خلال تحسين التفريغ في الانبوب، استطاع تومسون ان يعرض خلال فترة وجيزة، إمكانية انحراف الاشعة بسبب المجالات المغناطيسية والكهربائية وهي نتيجة لم تلاحظ من قبل.

من هذه التجارب استنتج بان الاشعة تتكون من جسيمات وليس موجات. ثُمَّ لاحظ تومسون ان هذه الشحنات كانت سالبة الطبيعة، وإنها لم تكن خاصة بأي عنصر، فقد كانت نفسها بغض النظر عن نوع الغاز المستخدم لنقل التفريغ الكهربائي أو نوع المعدن المستخدم كقطب كاثود. لقد صمم تومسون طريقة لقياس كتلة الجسيمات فوجدها ثابتة وتساوي تقريبا جزءًا من ألف من وزن ذرة الهيدروجين. من هذه النتائج افترض ان اشعة الكاثود كانت تتكون من سلسلة من الكبسولات الصغيرة والاهم من ذلك ان هذه الكبسولات كانت موجودة في جميع العناصر. أعلن اكتشافه للجزئيات الأصغر من الذرة في نيسان 1897 وبذلك فتح بابا جديدا للبحث العلمي. تم قبول استنتاجات تومسون على نطاق واسع على عكس لغته الاصطلاحية فبدلا من الكبسولة الصغيرة أُعيدت تسمية الجسيمات الصغيرة المشحونة بالسالب (بالإلكترونات) والتي أصبحت الجزء الأساسي لفهم العلوم الذرية منذُ ذلك الحين.

مختبر كافندش

ان منصب تومسن في مختبر كافندش عنىٰ أيضًا انه كان جزءًا من مجموعة مشاريع فيزيائية هامة ومعظمها كانت تتعلق بمشاريع فيزيائية هامة تضمنت معظمها اكتشاف نظائر معينة والمساعدة في تطوير سبكتوغراف الكتلة. لقد كان معلما متفوقا وقائدا فذا حَيثُ لعب دورا هاما في تعزيز سمعة المختبر الذي أصبح بفضله المرجع الأول للفيزياء في العالم. سبعة من طلبته عملوا علىٰ الحصول علىٰ جوائز نوبل وبالتأكيد فان تومسن نفسه قد استلم الجائزة عن الفيزياء في 1906 بالإضافة إلىٰ حصوله علىٰ لقب فارس الملكة في 1908 كل ذلك من رجل كان من المفروض ان يذ 1 هب لدراسة الهندسة لكنه ذهب لدراسة العلوم بدل من ذلك لأنه لم يكن يقوىٰ علىٰ نفقات الدراسة الهندسية ثُمَّ مات ابوه في 1872. كانت لعبة صغيرة من القدر سيبقىٰ العالم والفيزياء ممتنا لها إلىٰ الابد.

إنجازاته الأخرى

بالرغم من ان الكثيرين تمت تسميتهم بابي الفيزياء الحديثة إلّا أن جوزيف جون تومسون هو اكثرهم استحقاقا فكان اكتشاف تومسون للإلكترون في 1897 هي التي فتحت طريقا جديدا للعالم. فلم تكن المادة تتكون فقط من جسيمات لا ترىٰ حَتىٰ من خلال المجهر الإلكتروني الحديث (وهذا ما توقعه

العلماء بدءًا من ديموقراط إلى دالتون) لكن أيضًا تضح ان هذه الجسيمات كانت تتكون من مكونات أصغر. فبعد تومسون واكتشاف هذه الجسيمات تردد السؤال حول تركيب المادة، السؤال المحير إلى اليوم.

سيغموند فرويد

1939 - 1856



الخط الزمني: 1886، يفتح فرويد عيادته الخاصة في فيينا. 1895: ينشر كتابه: (دراسات حول الهيستيريا). 1896: يطلق مصطلح (التحليل النفسي). 1899: نشر كتاب (تفسير الاحلام). 1905 نشر: (ثلاث مقالات حول نظرية الجنوسة). 1923 نشر (الانا والهوية).

تبقى شخصية سيغموند فرويد وشعبيته الواسعة مؤثرة إلى اليوم. مع ذلك فبالنسبة إلى عالم غيّر العالم من حوله، فأن بعض النقاد يجادلون بأن طرقه في أفضل حالاتها كانت تفتقر إلى العلمية وفي أسوأ حالاتها بلا فائدة. مع ذلك وبالرغم من تنكّر الكثير من المفكرين اللاحقين في مجال علم النفس والاعصاب

لفرضياته إلّا أن تأثير هذا النمساوي ما زال كبيرا. ومهما كانت الصح والخطأ لأساليبه العلمية فيبقىٰ سيغموند فرويد علامة فارقة تُقارن بها جميع الدراسات والمشاريع في الحقل ذاته ويبقىٰ هو معيار التنافس.

بداياته الطبية

ان دخول فرويد إلىٰ العالم العلمي كان اقل جدلا فقد بدأ بدراسة الطب في جامعة فيينا في 1873 واستمر بدراسته حَتىٰ شغل منصبا مهما في مستشفىٰ المدينة في عام 1882. وفي 1885 بدأ العمل مع عالم الاعصاب الفرنسي جون مارتين جاركوف (1852 – 1893) في باريس ليخطّ مستقبله المهني الخاص. وهنا كان يعمل مع مرضىٰ يعانون من مرض الهستيريا وبدأ يحلل أسباب هذا السلوك. وقد أجرىٰ ابحاثا مستفيضة مع جوزيف بريور في فيينا مطلع التسعينيات من القرن التاسع عشر وساعد في تطوير الأساس لكل اعماله المستقبلية وجمّع ملاحظاته واستنتاجاته في كتابه (دراسات حول الهستيريا) في 1895.

فكرة التداعي الحر

بالاتساق مع الأفكار السائدة في ذلك الزمان تبرز فرضية في صلب معتقد فرويد وهو ان الاعتلال العقلي هو في الحقيقة نفسي المنشأ وليس بمرض في الدماغ. ومتىٰ ما تقبّل الفرد هذه الفرضية فأن ما يقدمه فرويد من فكرة التحليل النفسي كوسيلة

لتشخيص أسباب الاعتلال العقلي (وبالتأكيد هي وسيلة غايتها توضيح كل السلوكيات العقلية) كانت منطقية. وكانت إحدىٰ ادواته المبتكرة التي طورها للمساعدة في تعزيز هذه الفكرة هي (التداعي الحر) عوضا عن استخدام التنويم المغناطيسي التقليدي آنذاك وقد تبنىٰ فرويد هذه الطريقة والتي فيها يُفصح المرض عن أفكاره وهواجسه التي تقفز إلىٰ دائرة الوعي دون تحضير أو تحليل مسبق.

نظرية الاحلام

اعتقد فرويد بانه قادر علىٰ تلمس (اللا وعي) لمرضاه من خلال الاحلام حَيثُ تغور محاولاته للكشف عن مواطن (الكبت) التي شهدها وعانىٰ منها المريض خاصة عند طفولته. فغالبا ما كانت هذه المسألة تتعلق بتجارب سلبية سابقة عاشها المريض ووقف (وعيه) عائقا دون التعامل مع هذه النقاط وتركها تمر مرور الكرام دون إيضاح أو تفصيل. بالنسبة لفرويد فان نجاحه في استعادة المريض وفهم وإدراك رغباته المكبوتة، كانت في الحقيقة الطريق الناجع لتحقيق الشفاء وفي النهاية الانتصار علىٰ الاعتلال النفسي. كان فرويد يؤمن أيضًا بأن الاحلام بوابة واسعة للتبصر في الأفكار المكبوتة التي تبقىٰ حبيسة العقل اللاواعي، وبالتأكيد فان أبرز اعماله العلمية التي جسدت هذا النهج الثوري في طب النفس هو كتابه الموسوم بـ (تفسير الاحلام) والمنشور في 1899.

في الوقت الذي كان فيها لكثير من النقاد يتجرعون، وليس بالضرورة ان يتفقوا، مع اراء فرويد وتفسيراته إلىٰ هذه النقطة الزمنية من عمله، إلّا أنه أطلق العنان لصيحاتهم حال نشره: (ثلاث مقالات عن الجنوسة) في 1905.

كانت استنتاجاته تشير ان معظم اوجه الكبت التي يتعرض لها الإنسان كانت بالحقيقة تتصل بنوع من انواع الكبت الجنسي. والادهىٰ من ذلك انه قدم للعالم فرضيته الشهوانية التي عرفها بـ (عقدة اوديب) والتي تصاحب الإنسان منذُ كونه رضيعا. وهو مصطلح استخدمه فرويد لوصف حالة تعلق الاطفال جنسيا وانجذابهم لوالدهم أو والدتهم من الجنس المغاير لهم. وفي ذات الوقت قد تظهر علامات السلوك العدائي ضد من هم من نفس الجنس. وهذه المرحلة يمر بها جميع الاطفال وبدرجات متفاوتة وفق فرويد.

تدريجيا، تكتسب تحليلات فرويد المصداقية والرصانة، حَتىٰ وان لم يكن هذا الامر قد شمل الجميع. ولكنه من المؤكد ومع مطلع عشرينيات القرن العشرين فقد اصبحت جزءًا من الوعي الجمعي علىٰ المستوىٰ العالمي. كتب كثيرا من النصوص الأخرىٰ ومن بينها ما نشر في 1923 تحت عنوان: (الأنا والهوية) لقد اعاد فرويد تعريف اللا وعي بالهوية، وهي مجموعة غير ملموسة من المحركات أو البواعث كالغرائز والعواطف والمتواجدة في العقل منذُ الولادة. ومع تراكم الخبرة، وتجارب العيش وهيكلتها، ستبلور أوجه الهوية تدريجيا ما سيعرف مستقبلا بـ (انا) الفرد.

فرويديّ الاسم والطبيعة

تهيمن ادوات فرويد اللغوية التي منحها للعالم على أي جانب آخر من عطائه الثر. ومن المصطلحات التي طورها أو غيّر معناها لتعطي إشارة ما هو متعارف عليه اليوم هي: التحليل النفسي والتداعي الحر والهوية والعصاب والكبت وعقدة اوديب وطبعا، الزلة الفرويدية. لقد تخللت منهجية فرويد المنظمة المبنية بشكل رصين منْ أَجل معالجة موضوع عصيّ على القياس، اعمال من تبعه في هذا المجال الواسع.

هاينريش رودولف هيرتز

1894 - 1857



الخط الزمني: 1878: يبدأ هيرتز دراسة الدكتوراه في جامعة برلين. 1880: يحصل على شهادة الدكتوراه. 1885: يعين كبروفيسور لمادة الفيزياء في كلية كارلسرو التقنية. 1888: يكتشف الاشعة الراديوية.

جاء هيرتز من عائلة ثرية، وأكمل دراساته الأولية في جامعة ميونيخ. في 1878 بدأ دراسة الدكتوراه في جامعة برلين حتى الحصول على الدرجة في 1880، وكان حينها في الثالثة والعشرين فقط من عمره. وبحلول 1885 كان بروفسورا للفيزياء في كلية كارلسرو التقنية وقد شغل منصبا مشابها في جامعة بون في 1889.

في ذلك الوقت كان قد أكمل أكثر اعمله التصاقا بالذاكرة والذي وافاه الاجل بعدها بخمس سنوات فقط لإصابته بتسمم بالدم.

اختبار فرضيات ماكسويل

لقد اشتهر هيرتز لتجاربه في 1888. كان قد عمل عليها لمدة ثلاث سنوات، ولكنه خطط لها، ولو نظريا، لمدة أطول بكثير. كان مشرفه خلال تحضيره رسالة الدكتوراه قد اقترح عليه التجارب الاستقصائية في 1879 في جانب تخصص فيه هيرتز لاحقا. لكن الألماني لزمته سنوات عدة لتجميع المستلزمات وتوفير الاماكن الضرورية للقيام باختباراته. كان أساس الاختبارات تستند إلى توقعات ماكسويل الفاعلة التي أجزم فيها بوجود اشعة كهرومغناطيسية من نوع آخر تشابه سلوكياتها الاشعة تحت الحمراء والفوق البنفسجية والضوء العادي والتي تقع خارج نطاق التشخيص والمعرفة في ذلك الحين واكتشفت في السنوات اللاحقة. وافترض هيرتز لو ان الامر حقيقة فمن الممكن ان يتوصل إلى وجودها تجريبيا، من خلال تصميم التجارب الخاصة بتحديد الإشعاع الكهرومغناطيسي بمديات معينة. صمم جهازا يتضمن دائرة كهربائية وفيه منفذ حَيثُ يسمح بخروج اية شرارة عند غلق الدائرة. فلو كانت فرضية ماكسويل صحيحة، على حد تعبيره، فان أي جهاز يراعي الدقة في قياسه سيلتقط هذه الموجات المنبعثة من الشرارة المتكونة لا محالة. بذلك صمم هيرتز ما يناظر الهوائي الاصطناعي في وقتنا الحالي. وضع هذا التركيب

مقابل الدائرة الكهربائية في الغرفة، وما كان متوقعا قد حصل بالفعل، فقد التقط الهوائي هذه الموجات. لقد اسماها الموجات الهيرتزية، ولكن في الحقيقة ان ما تم اكتشافه وأصبح مشهورا وواسع الاستخدام فيما بعد هي (الموجات الراديوية).

سرعة الموجات الراديوية

ان التجارب التالية أثبتت وبدقة كبيرة توقعات ماكسويل؛ وعلى رأس هذه الصفات الجوهرية انها، وكبقية الموجات الكهرومغناطيسية، تسافر بسرعة الضوء. وهي تنكسر وتنعكس وتهتز كحال الموجات الأخرى. بالإضافة إلى أهميتها بكونها مكتشفة كموجات منفصلة عما ذكر أعلاه. فهي ظاهرة اكتشفها هيرتز وليثبت من خلال سعيه أيضًا ان ما اكتشفه ماكسويل من ان موجات الحرارة والضوء كانت هي الموجات الكهرومغناطيسية آنذاك.

اكتشاف لا فائدة منه

لم يعرف هذا العالم أهمية اكتشافه، على اية حال، ان ما أثبته بعد صحة فرضيات ماكسويل كانت هي الأهم. وعندما سئل ما هي الفائدة العملية التي ستستثمر اكتشافك العلمي؟ فأجاب: « لا شيء ابدا، كانت هذه التجربة فقط لإثبات ان المعلم ماكسويل كان على صواب. نمتلك فقط هذه الاشعة الكهرومغناطيسية التي لا يمكننا ان نراها بالعين المجردة ولكنها هناك على اية حال » أما البعض الآخر فلم يتقبل هذه الاستنتاجات بسهولة،

ومع ذلك فبعد ان أنهي هيرتز من نشر منهجيته البحثية وتجاربه العلمية المختبرية، بدأ الكثيرون بالتفكير، كيف سيتم استغلال هذه الموجات؟

ما طوره ماركوني

لسوء الحظ، لم يعش هيرتز طويلا ليشهد الاستخدام العملي لاكتشافه الذي الهم المهتمين بعمله ومقالاته العلمية. فقد نجح ماركوني الأيرلندي الأمريكي في نقل الإشارات الراديوية على مسافات طويلة وازدادت هذه المسافات طولا مع نهاية القرن حَيثُ نجح في إرسال إشارة عبر الأطلسي في 1901.

ارث هيرتز

ان اسمه ما زال معروفا حَتىٰ اليوم. فعلىٰ شرف اكتشافات هاينريش رودولف هيرتز، فالوحدة العالمية للتردد الراديوي هي الهيرتز. وها هو اكتشافه يعلن عن نفسه كلما قلب أحدنا موجات الراديو ليبحث عن محطته المفضلة. وما يؤسف حقا ان هذا العالم قدم اكتشافه في عمر مبكرة جدا وغادر الحياة وهو بعمر السادسة والثلاثين فقط.

ماكس بلانك

1947 - 1858



الخط الزمني: 1892 عين بروفسورا للفيزياء النظرية في جامعة برلين. 1 / 1 / 1900 إعلانه الأول لنظرية الكم. 1900: طبع كتابه: (حول نظرية قانون توزيع الطاقة في الطيف المستمر). 1918: يمنح بلانك جائزة نوبل للفيزياء.

متى بدأ العصر العلمي الحديث فعلا؟ خلال القرن التاسع عشر كانت هنالك الكثير من التطورات والنجاحات في جميع جوانب العلوم وبكليتها، تبدو أنها أسست قاعدة جديدة للانطلاق لكن، وعلى الأقل بالنسبة إلى الفيزياء، كانت الإجابة بسيطة، الأول من كانون الثاني من العام 1900 كان التاريخ الذي أعلن فيه الألماني ماكس لأول مرة عن نظرية الكم بالرغم من فجائعه

العائلية المتلاحقة. كان إعلانه ايذان بترك الفرضيات الكلاسيكية في الفيزياء وبدء مرحلة جديدة بالكامل.

نظرية الكم

إلى حد ما، كان اكتشاف بلانك من هدايا المصادفة، فقد كان مجتهدا في الجانب النظري لعلوم الثرموديناميك إلى درجة سعيه المتواصل لإيجاد حل لظاهرة غير مفهومة في الفيزياء والتي طالما بقيت بعيدة عن التفصيل والإيضاح. وقد جاءت مساعيه بحل عملي وملموس. عمل هذا العالم الألماني، كمن سبقه من العلماء، على إيجاد معادلات شافية لقياس الاشعة المنبعثة من الأجسام المختلفة بدرجات الحرارة العالية. وكان يعلم ان عناصر هذه المعادلة يجب ان تتضمن ترددات الطول الموجي ودرجة الحرارة ولكن السلوك غير المنتظم للأجسام المختلفة، جعل الافتراض الثابت امرا صعبا للغاية. لقد تم افتراض جسم مثالي للقياس يدعى (الجسم الأسود) للعمل على إيجاد المعادلات اللازمة لقياس الإشعاع المنبعث الذي من الممكن ان يتوافق مع معادلة رشيقة ومفهومة. لقد عمل اسلافه من الفيزيائيين عليه ووجدوا ان تعبيرات تتفق مع سلوك الأجسام الحارة في الترددات العالية، بينما استنتج آخرون معادلات مختلفة لنفس الأجسام في درجات الحرارة الواطئة. ولكن لا أحد استطاع التوصل إلى معادلة تنطبق على جميع الترددات وبمختلف درجات الحرارة وفي نفس الوقت تخضع للقوانين الفيزيائية الأساسية.

ثابت بلانك

لكن ما ذكر أعلاه لم يكن ليزعج العالم بلانك حَيثُ إنّه فكر بقانون رياضي يعالج هذه التبدلات حَتىٰ وان لم يتوافق مع الصيغ الفيزيائية المعروفة حينها والقوانين المعتمدة. والجواب الذي لم يتأخر طويلا كان بسيطا: ان الطاقة المنبعثة هي مضاعفات الترددفي ثابت عرف فيما بعد باسم بلانك، (34Js - 10 × 6.6256) ولكن هذه المعادلة عملت علىٰ الاعداد الصحيحة فقط (1، 2، 3، ... إلخ) ولذا ومنْ أَجل ان يتم تطبيق النظرية عمليا وجب قبول الافتراض بان الطاقة تطلق بشكل أجزاء لا تقبل القسمة تدعىٰ الكمّات وهي ما تعبر عن الجزء الأصغر غير المنقسم للطاقة (الكم). وإلىٰ ذلك الحين فقد اعتقد ان الطاقة تطلق بكل طيف مستمر ولذا كانت فكرة إطلاقها كأجزاء محددة فكرة سخيفة حينها. كانت تتناقض تماما مع الفيزياء الكلاسيكية. لكن تفسير بلانك كان هو المناسب لسلوك الإشعاع المنبعث من الأجسام الساخنة. بالإضافة إلىٰ ذلك فان الكم المنفرد من الطاقة هو من الصغر بحَيثُ لو قورن مع الانبعاث اليومي للطاقة في الطبيعة، لبدىٰ انه يجري في طيف مستمر.

ولادة نظرية

هكذا، دفعت نظرية الكم الفيزياء الكلاسيكية إلىٰ زاوية الشك، معلنة ولادتها السعيدة. أعلن بلانك نتائج ابحاثه للعامة

في 1900، في رسالته الموسومة: (حول نظرية قانون توزيع الطاقة في الطيف المستمر). لقد سببت النظرية لغطا كبيرا في الأوساط العلمية ولكن في 1905 عندما اعتمدها ألبرت أينشتاين لشرح الأثر الكهروضوئي. وكذلك الحال مع العالم نيلز بور في بيانه التركيب الذري عام 1913. حينها لم تبدو النظرية سخيفة ابدا! ان فكرته المجردة نجحت حقا في تفسير الظواهر الفيزيائية. بعد ذلك أصبح بلانك من العلماء المرموقين في المانيا وحصل على جائزة نوبل للفيزياء لنظريته الجريئة في 1918.

من الفيزياء الكلاسيكية إلى ميكانيكا الكم

توفر لنا الفيزياء الكلاسيكية لنيوتن وجاليليو القوانين القادرة على تفسير العالم اليومي العادي من حولنا. ومع ذلك، فان التجارب التي أجريت في وقت مبكر من القرن العشرين وصلت إلى نتائج لا يمكن توضيحها عن طريق اعتماد الفيزياء الكلاسيكية. مثال ذلك: إذا كانت إلكترونات ذرة ما تدور حول النواة بالطريقة الكلاسيكية التي تنبأت بها الفيزياء، فإنها سوف تتداعى بدوامة إلى أسفل النواة في وقت قصير جدا، بالتالي تختفي الذرة من الوجود. وكما يتضح فان هذا يخالف واقع الحال فمن الضروري اننا يجب ان نعتمد وسيلة أخرى للتعامل مع الجزيئات الذرية ودون الذرية. هذا الاكتشاف، نظرية الكم للطاقة، أدى إلى تطوير ميكانيكا الكم.

ليو بيكلاند

1863 - 1944



الخط الزمني: 1863: ولد بيكلاند في غنت في بلجيكا. 1887: عُين أستاذا للفيزياء والكيمياء في بروج البلجيكية. 1888: يعود إلى غنت كأستاذ مساعد بالكيمياء. 1889: بعد امتعاضه من الحياة الأكاديمية، يستقر بيكلاند في أمريكا خلال تمتعه بشهر العسل. 1899: يفتح بيكلاند أولى شركاته والمصنعة لورق التصوير ويتم شراؤها فيما بعد من قبل شركة كوداك مقابل مليون دولار. 1909: يؤسس شركة بايكلايت العامة (GBC). 1939 تصبح (GBC) شركة فرعية لاتحاد شركات الكاربايد والكاربون.

بدايةً عمل بيكلاند ككيميائيّ تصوير وفي 1891، افتتح مختبره الاستشاري الخاص. في 1893 بدأ بصناعة ورق التصوير

الخاص به، وأطلق على منتوجه اسم فيلوكس. وبعد ست سنوات اشترت شركة كوداك العملاقة شركته بمليون دولار. وبعد ان أصبح بيكلاند مستقلا ماليا عاد إلى أوروبا للدراسة في معهد شارلوتينبيرغ التقني. خلال القرن التاسع عشر ووصولا إلى القرن العشرين، أصبحت الولايات المتحدة واضحة الهيمنة في الكثير من المجالات. ولم يستثنى من ذلك تأثيرها العلمي على العالم. وذاع صيتها كذلك في رعاية العمل الحر، أي شخص قادر على الجمع بين ابتكار علمي أصيل وبين العمل المربح، فبالتأكيد سيلقى حظا وافرا لإيجاد مكانه المناسب الذي سيغير منه العالم بالإضافة إلى الربح المالي المنقطع النظير. وكان عالمنا البلجيكي أحد هؤلاء المحظوظين. لقد لاحق الحلم الأمريكي وتربح منه على خير وجه.

صنع البلاستيك

ان ابرز ما يتذكر به بيكلاند والذي كان له اثر بالغ في مستقبل الإنسان ونشاطه اليومي، هو ابتكاره للبلاستك الصنعي واسع الاستخدام حَيثُ دخل في مدى واسع من الصناعات والتطبيقات. بدأت رحلة اكتشافه في 1905.

. لقد شرع بيكلاند بسلسلة كن التجارب الكيميائية حال عودته من أوروبا ودراسته في معهد شارلوتينبيرغ التقني، وكان قد قرر ان يحاول إنتاج النسخة الصناعية من الشيلاك، أو الغراء. وهي مادة طبيعية حمراء اللون يتم تصنيعها بشكل

اطباق خفيفة. ومن هنا اختار ان يعمل على أحد منتجات الفورمالديهايد والفينول المكتشفة قبل أكثر من ثلاثين عاما ولكن لم يتم استثمار هذا الاكتشاف اقتصاديا. ووجد العلماء عندها ان عمله كان مضيعة للوقت وغير مجدي، مع ذلك فان عدم توصله للنتيجة المرجوة جعله يفكر مليا بالمواد الأولية المستخدمة وصفاتها ومميزاتها. وبعد إجراء سلسلة من التجارب وجد ان الفورمالديهايد يتفاعل مع الفينول تحت ضغط عال وحرارة مرتفعة لإنتاج مادة راتينجية صلبة ومقاومة. لقد أنتج في حقيقة الامر أول بادئة للبلاستك بالضغط الحراري وأدرك سريعا إمكانيات استغلال هذا الاكتشاف على المستوى التجاري. في 1909، أطلق منتوجه واسماه باكيلايت ولاقى انتشارا سريعا وواسعا على المستويين الصناعي والمنزلي. كبرت عائلة البلاستك سريعا ولم يعد العالم بفضلها كما كان سابقا.

ورق الفوتوغراف

بالرغم من ان الباكلايت قد حقق نجاحا ساحقا لبيكلاند إلّا أن ثروته كانت قد سبقت هذا النجاح بكثير ويعو الفضل بذلك إلى براعته ككيميائيّ. انتقل العالم البلجيكي إلى الولايات المتحدة بعد زيارته لها لقضاء شهر العسل. وقبل ذلك كان قد شغل مناصب أكاديمية في بلاده كأستاذ للفيزياء والكيمياء. وما ان استقر في الولايات المتحدة حَتى ترك التدريس الجامعي وفتح مختبره للتصوير. واستغلالا لمعارفه العلمية بالكيمياء

طور ورق تصوير يعالج تحت الضوء الصناعي. وعندها ترك الوظيفة ليتفرغ لعمله الحر. في 1893 أطلق ورقه: فيلوكس، وقد انتشر سريعا وساعد في تطوير التصوير الاحترافي آنذاك. ويؤكد نجاحه شراء شركة كوداك العملاقة شركته بمبلغ مليون دولار امريكي وهو مبلغ طائل في حينها مقارنة باليوم.

تأثير بيكلاند

لم يقدم بيكلاند خدمة علمية واحدة للإنسانية بل اثنتين. لقد تبادل هو والبلد المضيف له الوفاء بما أمكنهما منْ أَجل تقديم هذه الصناعات الكيمياوية لخير الإنسانية جمعاء. فقد حصد بيكلاند، بالإضافة إلى الأموال، الكثير من الجوائز واشارات التقدير ومن بينها بل أهمها هي رئاسته للجمعية الامريكية للكيمياء في 1924. ويعد البيكلايت وهو الشكل الأول من البلاستك الموجود اليوم في معظم زوايا حياتنا اليومية.



توماس هانت مورغان

1866 - 1945



الخط الزمني: 1908: يبدأ مورغان تجارب التلقيح بين أنواع ذباب الفاكهة. 1911: ينتج أول خارطة كروموسومية. 1915 ينشر (آليات الوراثة المندلية). 1926 ينشر (نظرية الجين). 1933 يُمنح جائزة نوبل للفسلجة.

ان إعادة اكتشاف قوانين الوراثة سنة 1900 والتي اكتشفت لأول مرة على يد جوهان غريغور مندل (1822 – 1884) الذي تحمس لها الكثير من البيولوجيين لاعتقادهم بأنهم قد وجدوا التفسير الشافي للصفات الوراثية وإلى حد ما الآليات التي تُفسر نظريات دارون. ومع ذلك كان هنالك عالم واحد لم ترضيه هذه

الاستنتاجات ولم يكتفِ بها واحتاجت قناعاته إلى عمل أكثر وهو الأمريكي توماس هانت مورغن.

الوراثة والخلية

بعد عمله المبكر في اختصاص علم الأجنة كرّس مورغان معظم الفترة بين 1904 – 1928 وخلال تواجده كأستاذ لعلم الحيوان في جامعة كولومبيا، منْ أَجل توضيح كيفية عمل الأنظمة الوراثية. بدأ بقوانين مندل المعروفة (الانفصال والتوزيع المستقل) منْ أَجل تقييمها ودراستها عن كثب. هو في الواقع لم يكن بصدد مساءلة صحة هذه القوانين وتطبيقها منْ أَجل التوصل إلى نتائج واقعية، فكانت النتائج الحسابية غالبا ما تساند ادعاءات مندل الوراثية. لكنه كان غير راض على القفز إلى النتائج دون معرفة حقيقة ما يحصل خاصة ما يتعلق بقانون التوزيع المستقل. ان السبب في اعادته تقييم الموضوع هو ان امر الكروموسومات مفروغ منه ومن علاقته بالوراثة، لكن في الحقيقة ان عدد الكروموسومات (مادة خيطية طويلة توجد بالنواة تنمو وتنقسم اثناء انفصال الخلايا) في الكائنات الحية اقل بكثير من صفاتها الموروثة بواسطة الوحدات الوراثية التي عرفت فيما بعد بالجينات، سميت بالجينات في 1909 من قبل (داين ويلهلم جوهانسين). بالنسبة لمورغان فهذا يفسر بشيء واحد: ان هنالك مجموعة من الجينات على كل كروموسوم. وهذا يتعارض مع قانون مندل الخاص بالتوزيع المستقل (وينصّ على ان الصفات الوراثية التي أتت من الجينات

ستظهر في جميع المراحل الحسابية لسلسلة من الورثة وتكون مستقلة عن بعضها البعض).

تزاوج ذباب الفاكهة

منذُ 1908 بدأ هانت بتربية ذباب الفاكهة لأغراض الدراسة من خلال فحص نتائج الاستيلاد. واختيرت هذه الحشرة لامتلاكها أربعة ازواج فقط من الكروموسومات. وعمله المتواصل في هذا المجال الذي كان سبب شهرته بني على اكتشافه المبكر لذكر ذبابة بعينين بيضاوين قام بعزلها جانبا منْ أَجل دراسة نتاج تزويجها من انثى حمراء العينين (الصفة السائدة). بعد أجيال من التزاوج الداخلي بدأت ذبابات بيضاء العينين بالظهور وتبين انها كانت من الذكور فقط. لقد كانت هذه بالضبط هي الحلقة المفقودة المنشودة من خلال الدراسات. وبناءً على ذلك فان الصفات الوراثية لا تنتقل بشكل منعزل بل ضمن مجموعة من الصفات. وبدلا من ان يسعى مورغان إلى دحض قانون مندل الأول ارتأى ان يجري تعديلا بسيطا عليه منْ أَجل الخروج بقانون شامل أوضح تفاصيله في رسالته العلمية المعتمدة التي بينت أهمية تكوين الكروموسومات في نقل الصفات الوراثية. واكد ان قانون التوزيع المستقل ينطبق ولكن فقط على الجينات المتواجدة على كروموسومات مختلفة. بالنسبة لتلك الموجودة على نفس الكروموسوم، فإنها ستنقل الصفات المرتبطة ببعضها مع الأخذ بنظر الاعتبار وجود صفات وراثية ترتبط بجنس الكائن

الحي مثل العين البيضاء المرتبطة بالذكور فقط لذبابة الفاكهة. وما عدا ذلك فقد اعتبر مورغان قوانين مندل نافذة وعملية.

الخارطة الكروموسومية

اقنعت نتائج العمل مورغان بان الجينات محمولة على الكروموسومات بشكل خطي ومن الممكن حقا رسم خارطتها واظهرت اختبارات لاحقة بان الصفات المتعالقة أو المرتبطة التي كان مورغان قد لاحظها مسبقا، من الممكن ان تنكر أحيانا خلال التبادل الجيني الحاصل بين ازواج الكروموسومات خلال مرحلة انقسام الخلية. وقد أوضح العالم الأمريكي ان احتمالية الكسر هذه تقل كلما كانت الصفات المرتبطة أقرب إلى بعضها البعض على الكروموسوم. ولذلك ومن خلال قياس نقاط كسر السلسلة امكنه تحديد مواقع الجينات على الكروموسوم. في 1911، أنتج أول خارطة جينية توضح موقع خمسة جينات مرتبطة بالجنس. وبعد عقد تقريبا استطاع مورغان مع مجموعة من العلماء، رسم ألفي جين تحملها كروموسومات ذبابة الفاكهة.

الإنجازات الأخرى

بالرغم من مؤلفات مورغان الكثيرة فان اثنين منها تحظى باهتمام بالغ: (آلية الوراثة المندلية) في 1915 و (نظرية الجين) في 1926. أوضحت هذه المؤلفات ملاحظات مندل ومن جاء بعده من علماء الوراثة ووفر الدعم المجهري اللازم لإثبات عمل داروين في التطور وغيره. في 1933 حصل مورغان على جائزة نوبل للفسلجة.

ماري كوري

1934 - 1867



الخط الزمني: 1893 تتخرج كوري من جامعة السوربون قسم الفيزياء وكانت الأولى على صفها. 1898 تكتشف عنصري البولونيوم والراديوم. 1903 تمنح جائزة نوبل للفيزياء (مع زوجها بير كوري وهنري باكريل). 1910 نشرت رسائل حول النشاط الإشعاعي. 1911 مُنحت جائزة نوبل للكيمياء. إلى جانب إنجازاتها العملية هنالك جانب معنوي كبير يرافق مسيرة ماري كوري في تاريخ العلوم كونها من الرائدات اللواتي لعبنّ دورا هاما في تشجيع النساء لدخول هذا المجال. فكانت هي المرأة العالمة الأولى التي لاقت شهرة عالمية ومقبولية عالية في الأوساط العلمية والتي كانت والتي شقت الطريق لمن بعدها.

كانت اكتشافاتها العلمية بحد ذاتها مهمة جدا لفهم ظاهرة الإشعاع الجديدة ويتجلى ذلك بشكل واضح بانها قد منحت جائزتي نوبل وليست واحدة فقط. كان معظم عمل كوري العلمي في فرنسا والتي قضت فيها معظم حياتها منذُ 1891. ولدت في بولندا ومُنحت اسم ماريا سكلودوفيسكا. وبالرغم من كون والديها يعملان كمعلمين إلّا أنها نشأت في ظروف معدمة. ثُمَّ عانت من ظروف مشابهة عند انتقالها إلى باريس منْ أَجل استكمال دراستها العليا في الفيزياء وهو مستوى دراسي لا تستطيع النساء ان يحظينّ به في بلدها الام في ذلك الحين. وبعد استكمال دراستها بفترة وجيزة قابلت زوجها بيير كوري (1859 – 1906) في جامعة سوربون حَيثُ كانت تدرس وكان هو يعمل. كانت عالمة فيزياء محترمة من وجهة نظره فسرعان ما عملا سوية في 1895 بعد ان تزوجا بفترة قليلة.

على خطى باكريل

كان الحافز وراء الإنجازات العلمية التالية لهذين الزوجين قد اتى أولاً من بحث ماري لموضوع بحثي لدراساتها العليا. وبتشجيع من بيير قررت ان تبحث أكثر الاكتشاف الجديد والمثير للاهتمام الخاص بالنشاط الإشعاعي والمتحقق على يد هنري باكريل (1852 – 1908) في سنة 1896 ان انغماس كوري بالدراسة والتقصي منْ أَجل الفهم الأفضل لخواص الظاهرة المذكورة سرعان ما اثمرت. لقد أثبت باكريل بان اليورانيوم كان

ذا نشاط إشعاعي. وكوري ارادت ان تكتشف العناصر الأخرىٰ التي تشارك اليورانيوم هذه الصفة فاكتشفت مبكرا الثوريوم. وارادت ان تثبت من خلال عملها ان النشاط الإشعاعي هو صفة لصيقة بطبيعة العنصر وهي من خواصه الذرية كاليورانيوم علىٰ سبيل المثال، وليست حالة يتعرض لها العنصر لأسباب خارجية. كان إنجاز كوري التالي هو اكتشاف عنصرين جديدين في سنة 1898 ومن خلال ابحاثها، وأطلقت عليهما اسمي البولونيوم والراديوم. وكلاهما تميزا بنشاط إشعاعي عالي خاصة الراديوم لقد تابعت هذه العناصر بعد ان لاحظت ان اليورانيوم الخام كان له مستوىٰ إشعاع أكبر من اليورانيوم النقي وبذلك استنتجت بان المادة الخام ربما كانت تحتوي أيضًا عناصر أخرىٰ أكثر نشاطا وكانت هذه عناصر مخبوءة. بعد هذه الاكتشافات سعت كوري للحصول علىٰ كميات أكبر من هذه المواد الجديدة منْ أَجل فهم خواصها ولسوء الحظ بسبب الكميات الضئيلة جدا التي تواجد بها الراديوم في خام الراديوم أدىٰ بها وبزوجها ان يتعاملا مع أطنان من هذه المادة لعدة سنوات فقط منْ أَجل الحصول علىٰ عُشر غرام بحدود 1902. سمح هذا المقدار بحساب الوزن الذري للعنصر الجديد كما واتضحت بعض خواصه.

سؤال بلا إجابة

السؤال الذي لم يتمكن الكوريان من اجابته والتوصل لإيضاح حوله هو: ماذا كان الإشعاع بالضبط؟ أما ارنست

رذرفورد (1871 – 1937) فقد نُسب إليه الإجابة على هذا السؤال بشرحه لأشعة الفا وبيتا وبعد زمن جاء بكاما لكن ماري قد لاحظت فعلا بان الإشعاع المنبعث من هذه العناصر كان يتألف على الأقل من نوعين من الإشعاع متميزين جدا بخواصهما وللأسف ماتت ماري كوري في النهاية بسرطان الدم ويُعتقد ان تعرضها الطويل للإشعاع كان السبب. في الوقت الذي كانت تعمل فيه مع العناصر المشعة لم تكن مخاطرها معروفة ولذا لم تؤخذ أي احتياطات عند دراستها وما زالت دفاتر ملاحظاتها خلال دراستها النشاط الإشعاعي خطرة لأن تُقرأ أو تُفحص.

إرث كوري

استمرت ماري كوري بالتدرج بالمناصب العلمية لتُنتخب كأستاذة للفيزياء في السوربون المنصب الذي شغله زوجها سابقا لتصبح أول أستاذة جامعية انثى في هذه المؤسسة. من إنجازاتها خلال هذا المنصب هو تأسيس مختبرا بحثي للنشاط الإشعاعي في 1912. ويستمر المختبر في عمله ليصبح معروفا عالميا لإسهاماته في مجال الفيزياء. وقد ساهمت الولايات المتحدة عام 21 بهدايا كثيرة سهلت من عمل هذا المركز: إنتاجه غراما من الراديوم النادر. استلمت جائزتها الثانية لنوبل في 1911 وكانت هذه المرة من نصيبها لوحدها حَيثُ شاركها اثنان في الأولى التي مُنحت لها في عام 1903. هذه المرة كانت في مجال الكيمياء تقديرا لاكتشافها عنصري البولونيوم والراديوم.

سير آرنيست رذرفورد

1937 - 1871



الخط الزمني: 1902: يؤسس رذرفورد فرعا جديدا للفيزياء مع فريدريك سودي يدعىٰ النشاط الإشعاعي. 1908: يمنح جائزة نوبل للكيمياء. 1911: يؤسس للنظرية النووية للذرة. 1914: يمنح لقب الفارس من قبل الملكة. 1919: يطور جهاز تسارع البروتونات (محطم الذرات).

بعد الاكتشاف الذي حققه انطوان هنري باكاريل (1852 – 1908) للنشاط الإشعاعي في 1896، أخذ بعض العلماء مسؤولية فهم هذه الظاهرة علىٰ عاتقهم، ومن بينهم طبعا، ماري كوري (1867 – 1934). وبالرغم من الأسماء الكثيرة التي عملت في هذا المجال فقد انفرد ارنست رذرفورد

ببلورة علم الفيزياء النووية وقدم مفاهيم طورها من خلال عمله للعالم حول النشاط الإشعاعي وما يعتريه من ظواهر.

مختبر كافينديش

منح هذا العالم النيوزيلنديّ المولد زمالة دراسية في مختبر كافينديش في جامعة كامبريدج في 1895، وعمل تحت إشراف العالم المعروف جي جي تومسون (1856 – 1940). واستمر في مسعاه العلمي ليعين أستاذا في جامعة ميكجيل في مونتريال في 1898، وهنا أطلق ملاحظاته العلمية القائلة بان العناصر المشعة تطلق نوعين متميزين من الإشعاعات المختلفة الخصائص. اسماهما فيما بعد بأشعة الفا وبيتا.

نظرية اشعة كأما

في 1900 ثبت وجود نوع ثالث من الإشعاع اسماه كأما. ومن مميزات هذا النوع انه لا يتأثر بالقوىٰ المغناطيسية بينما تنحرف اشعة الفا وبيتا باتجاهات مختلفة عند تعرضها لنفس التأثير.

اكتشاف عمر النصف

في مونتريال أيضًا التقىٰ رذرفورد الكيميائي البريطاني فريدريك سودي (1877 – 1956). بين 1901 و1903 تعاون الاثنان لإجراء سلسلة من التجارب المتصلة بالنشاط الإشعاعي وتوصلوا إلىٰ نتائج مبهرة: لقد اوضحوا كيف ان العناصر المشعة

ومع مرور فترة من الزمن، من الممكن ان تتآكل نصف ذراتها بسبب (انبثاق) الغاز المشع ليخلف كتلة (بعمر النصف) وراءه. ان الملاحظة الخاصة بإمكانية تفتت الذرات تاركة عناصرها هي بحد ذاتها فكرة غير مسبوقة. وخلال هذه العمليات فان المادة تتحول ذاتيا إلىٰ عناصر أخرىٰ وهذا اكتشاف ثوري مذهل.

بعد انتهاء التعاون مع سودي، استكمل رذرفورد ابحاثه الخاصة بأشعة الفا بشكل أدق، ولم يمر وقت طويل حَتىٰ أثبت من خلال نتائجه التجريبية بانها ليست سوىٰ ذرات هيليوم منقوصة زوج من الإلكترونات (واتضح فيما بعد بان اشعة بيتا هي بالحقيقة مكونة من الإلكترونات بينما كأما هي الاشعة السينية القصيرة). خلال هذه الفترة كان رذرفورد قد عاد إلىٰ لندن ليلتحق بمنصبه في جامعة مانشستر. وهنا بدأ العمل مع هانز ويلهالم غايغر (1882 – 1945) وطورا معا عداد غايغر في 1908 لقياس الإشعاع واستخدم في عمل رذرفورد لتشخيص تركيب اشعة ألفا وقد زاد اعتماده علىٰ هذا الجهاز ليحقق إنجازه الكبير التالي.

جزيئات الفا القافزة

في 1910 نصح رذرفورد غايغر ومساعده الآخر للعمل علىٰ اختبار النتائج الحاصلة من توجيه ضربات متلاحقة من جزيئات الفا علىٰ قطعة من رقاقة البلاتينيوم. وبينما نفذت معظم الذرات كانت هنالك مجموعة صغيرة انحرفت عن المسار فقد

قفزت واحدة من كل ثمانية آلاف ذرة إلى مصدر إطلاقها لقد أذهلهم هذا السلوك ووصفوه: « هذا اغرب سلوك شهدته خلال عملي العلمي طوال حياتي انه يشبه توجيه إطلاقة نارية على نسيج رقيق فترتد إلى صدرك وتصيبك ».

لكنه لم يدع هذا الموضوع يخدعه. في 1911 استنتج وعرض فرضيته الصحيحة: ان سبب الانحراف هو وجود أنوية دقيقة يتركز فيها وزن الذرة بينما كانت بقية الذرة عبارة عن فضاء فارغ تسبح فيه الإلكترونات وتدور حول النواة كالكواكب حول الشمس. ان السبب وراء واحدة من كل ثمانية آلاف جزيء لألفا هو انها كانت تضرب النواة الموجبة للذرة بينما كانت البقية تنفذ من خلال فراغاتها. لقد كان هذا الاكتشاف مهما جدا ومهّد لفهم تركيب الذرة وهو ذات الاكتشاف الذي سيعين نيلز بور في اكتشافاته اللاحقة في 1913.

الإنجازات الأخرى

خلال الحرب العالمية الأولى خدم في رذرفورد إمارة البحرية البريطانية. وبعدها، في 1919، عُيّن كرئيس لمختبر كافندش في كامبردج. في نفس السنة أكمل العمل على اكتشافه الكبير وكان يعمل بالتعاون مع علماء آخرين وخلال هذا العمل وجد طريقة يستطيع من خلالها تفتيت الذرة صناعيا من خلال تحفيز التصادم مع جزيئات الفا. وبشكل أساسي ما نعرفه اليوم كبروتونات استطاع ان يخرجها من محيط النواة من جراء هذا التكسير. في هذه الاثناء، تغيرت طرق التركيب الذري للمادة من خلال تغيرها من عنصر لآخر.

كانت أولى محاولاته قد نجحت في تحويل النتروجين إلى اوكسجين وهيدروجين واستمر في هذه المحاولات وطبقها على عناصر أخرى.

الأخوين رايت

ويلبير (1867 - 1912) اورفيل (1871 - 1948)



الخط الزمني: 4 حزيران 1783: أول عرض للأخوين مونتغولفير لبالون الهواء الساخن. 1896: وفاة الألماني اوتو ليليانثال في حادثة الطيران الشراعي، هنا بدأ الاهتمام الحقيقي للأخوين رايت بالطيران. 17 كانون الأول 1903: يصنع اورفيل أول طائرة ذات محرك، ممكنة السيطرة وأثقل من الهواء وقد اسماها (الطائر). 1908: يعرض الاخوان رايت اختراعهما للجمهور. 8 آب 1908: أول رحلة طيران في أوروبا في لي مان في فرنسا.

لم يكن اهتمام الاخوين رايت دائما في الطيران، فكان مشروعهما بعد المدرسة هو إنشاء مطبعة لإصدار جريدتهما الخاصة. ثُمَّ انتقل اهتمامهما إلى الدراجات الهوائية، حَيثُ فتحا متجرا يصنعان

فيه الدراجات ويبيعانها. ولم يلتفتا لعالم الطيران إلّا بعد حادثة 1896. لقد حقق ليليانثال تقدما كبيرا في علم الايروداينميكا (ديناميكا الهواء) لكنه قتل في إحدى تجاربه لطائرته الشراعية. أخذ الاخوان يدرسان ابحاثه وابحاث الآخرين في مجال الطيران المتحققة إلى ذلك الحين.

منظومات السيطرة

لقد لاحظ الاخوان ان السابقين كانوا منهمكين جدا في جعل طيران الالآت مستقرا على حساب توفير منظومات سيطرة مناسبة. فأخذا بتطوير أنظمة السيطرة ومن هنا حققا اختراعهما الرائد في السيطرة على حركة الاجنحة وثنيها وغير ذلك. لاحظا حركات الطيور اثناء الطيران لتكتمل عندهما صورة التحليق المثالية.

السيطرة على حركة الطائرة الشراعية

تضمنت تجارب الرجلين التطوير المستمر للطائرات الشراعية غير المأهولة. وبحلول 1900 كانا قد صنعا أول طائرة شراعية آمنة للاستخدام البشري. كانت الخطوات سريعة في تطوير هذه الطائرة وصاحبتها السيطرة التامة على مفاهيم وآليات عمل الجناح داخل التغيرات الهوائية. أصبحت المسألة الآن مرهونة بالوقت؛ ان يضيف الاخوان المحركات المناسبة للمضي بالخطوة القادمة. التحدي الآن هو كيف يتمكنا من تحويل الطاقة الكهربائية في المحرك إلى قوة دافعة؟ الجواب: المروحة الدافعة.

لقد جرب الاخوان عددا كبيرا من المراوح وتوصلا أخيرا إلى التصميم الذي يناسب المحرك ذا الـ 12 قدرة حصانية ومروحتين دافعتين صممتا لـ (الطائر) فلاير.

في 17 كانون الأول 1903، جرى عرض أول طيران مأهول في شمال كارولاينا. لقد كانت لويلبر محاولة فاشلة قبل بضعة أيام لكنه اورفيل هو أول من نجح بالطيران ولمسافة 120 قدما. في النهاية نجح الرجلان بالطيران لمسافات وارتفاعات أكبر.

عرض الطيران

لقد عمل الاخوان بجد في السنوات التالية ليقدما نماذج افضل وتمثل المستوى المطلوب من الأداء للطائرة، قبل عرضهما على الجمهور. لم يكن حتى 1908، ان قدم الاخوان عروضهما في فرنسا وفرجينيا الولايات المتحدة. بعد سنة تقريبا استلم الاخوان الدعم الجيد من أوروبا وامريكا للمضي بتحسين اختراعهما، وتصنيع طائراتهما على مستوى تجاري. للأسف، توفي ويلبر من التيفوئيد في 1912، تاركا العمل لاورفيل والثروة الطائلة التي حصل عليها بعد بيع الشركة في 1915.

الإنجازات الأخرى

بالرغم من ان الطيران كان معروفا لمئات السنين قبل الاخوين رايت، إلّا أنهما قدما خطوة متقدمة بنماذجهما الطائرة. فبعد ان استعمل الاخوان مونتغولفير تقنية: (الغاز الأخف من الهواء) في بالونهما في 1783، بدأ العالم يفكر في غزو الأجواء بالآت (أثقل من الهواء) فكانت هنالك الكثير من المحاولات خلال القرن التاسع عشر إلّا أن معظمها أخفقت. فجاء الاخوان بالنموذج الذي فتح مجالا جديدا في الطيران وافلحا في تقديم هذا النموذج في 1903 على شكل طائرة مزودة بالمحركات ومراوح دافعة.

غولييلمو ماركوني

1937 - 1874



الخط الزمني: 1896: يسجل ماركوني أول براءة اختراع لجهاز الراديو. 1879: يرسل أول إشارة راديوة تقطع مسافة تسعة اميال عبر قناة بريستول. 1898: يفتتح شركته للإبراق اللاسلكي والاشارات المحدودة. 1909: يستلم جائزة نوبل للفيزياء مناصفة مع فرديناند براون. 1918: يرسل أول رسالة راديوية من إنكلترا إلى استراليا.

بينما يقوم بعض الناس باكتشافات مذهلة، يعمل البعض الآخر على استثمارها وتطويعها. وهذا ما ينطبق على العالم الايرلندي الإيطالي غولييمو ماركوني واستفادته من اكتشاف

هاينريش رودولف هيرتز الخاص بالموجات الراديوية. فانتهىٰ إلىٰ استلام جائزة نوبل للفيزياء عوضا عنه!

التجارب الأولى

بالإضافة إلىٰ ان هيرتز كان مهتما بالجانب العلمي والبحثي لاكتشافه، إلّا أن موته السريع بعده في 1894، كان العامل الرئيسي في عدم أخذه إلىٰ مجال الاستثمار العملي. في ذلك الوقت كان ماركوني قد زاد اهتمامه بما توصل إليه هيرتز، من خلال دراسته في بولونيا وليفورنو. كان ماركوني من عائلة ثرية جدا فوالداه كان ثريين قبل الزواج أيضًا مما مهد له جوا مناسبا للتجربة والاستقصاء بعيدا عن الهموم المالية.

العمل في لندن

لعبت املاكه الواسعة دورا أساسيا لتوفير أرضية الاختبار التي كان يرسل خلالها ماركوني الإشارات ويستلمها. بالتأكيد فان المسافات البعيدة تحت السيطرة، عاملا أساسيا لتجاربه. مع حلول عام 1895، كان ماركوني قد صنع أجهزة الإرسال والاستلام للأشعة الراديوية وبمسافات تقطع أراضيه الشخصية الواسعة. بعد ان ارتاح للنتائج المتوصلة، ذهب إلىٰ لندن لدعم عمله. لقد نجح في مسعاه حَيثُ الاهتمام الكبير الذي تلقاه من الحكومة والجهات العسكرية والبريدية هناك. بعد عدة سنوات كان الامر يدعو للتفاؤل حقا، فقد أرسل اشاراته من بريطانيا إلىٰ

فرنسا في 1899، وأخذ الناس يهتمون بعمله. في نفس الوقت كان ماركوني قد حصل على الاذونات المناسبة لإنشاء شركته المحدودة (شركة ماركوني للخدمات اللاسلكية) وافتتحها في 1900. في ذلك الوقت كان قد عمل مع البحرية البريطانية ونجح بإرسال الإشارات من سفنها.

عبر الأطلسي

ان الإنجاز الحقيق الذي يحسب لماركوني واخرس به المشككين حول أهمية وفائدة اجهزته وتجاربه، هو عندما نجح بإرسال شفرة مورس عبر الأطلسي في 1901 قاطعا بذلك مسافة ألفي ميل من الإرسال الراديوي. لقد شكك الكثيرون بإمكانية تحقيق ذلك حَيثُ تؤثر انحناءة الكرة الأرضية، على أقل تقدير، على الإرسال. لكن ماركوني كان متأكدا من إمكانية النجاح في مسعاه وأفلح في تحقيقه.

تمحورت حياة ماركوني حول الأجهزة المتصلة بتكنولوجيا الأمواج الراديوية وسجل الكثير من براءات الاختراع ذات العلاقة، لكن أهمها، هي ما توصل إليه قبل موته من بناء شبكة عالمية للإذاعات الراديوية باستخدام الموجات القصيرة في 1927.

ماركوني والتيتانيك

« كلّ من نجا من حادثة التيتانيك، مدين للسيد ماركوني واختراعه المذهل بحياته » هربرت صاموئيل، رئيس دائرة البريد والبرق في 18 نيسان 1912.

بالرغم من موجة التشكيك التي جوبه بها اختراع ماركوني إلّا أنه أصبح مقبولا وانتشر كالنار في الهشيم خاصة في مجال السفن والإبحار. مع الوقت صار (رجل الماركوني) يعمل في غرفة الاتصالات على متن كل سفينة وباخرة. كان جاك فيليبس وهارولد برايد هم رجال ماركوني على متن التيتانيك، وبقيا يرسلان الإشارات إلى آخر نفس، نجا الأول بقوارب النجدة التي استجابت لنداءاتها عكس الأخير الذي غرق مع السفينة.

فريدريك سودي

1956 - 1877



الخط الزمني: 1898: يتخرج من كلية ميرتون من جامعة الاوكسفورد مع الدرجة الأولى في الكيمياء. 1901 – 03: يكتشف، مع ارنست رذرفورد، ظاهرة الانحلال الذري. 1904 – 14: محاضر الكيمياء الفيزياوية في جامعة غلاسكو. 1919: يعين أستاذا للكيمياء في جامعة اوكسفورد.

ربما لم يلق الشهرة نفسها التي تلقاها مجايله ارنست رذرفورد (1871 – 1937) إلّا أن فريدريك سودي لعب دورا هاما في فهم الكثير من ظواهر النشاط الإشعاعي ومنه ظاهرة الانحلال الإشعاعي. جاءت اكتشافاته الأولى عندما عمل مع رذرفورد في

جامعة مكجيل في مونتريال 1901 – 1903. أما عمله الشخصي فقد ساعد العلماء حقا في فهم التركيب الذري للعناصر.

انحلال الذرات

جاء العمل المشترك بين سودي ورذرفورد بعد فترة قصيرة من شغله منصب عارض التجارب الكيميائية في مونتريال. لقد اثمرت شراكتهما عن نتائج غاية في الأهمية، خاصة ان العناصر تتحلل لتصل عمر النصف بعد ان تفقد كميات منها بشكل تلقائي. خلال هذه العملية من الممكن ان تتحول المادة إلىٰ أشكال أخرىٰ. كانت هذه الاستنتاجات المهمة سببا في شهرة سودي والتي ازدادت مع دراساته وإثباتاته العلمية التالية. ومنها ان العناصر (المتحولة) كانت ناتجا عن عملية الفقدان المذكورة. المشكلة التي كانت تواجه العلماء في الحقيقة هو ان العناصر المكتشفة باتت من الكثرة بحَيثُ انها لم تتناسب مع هيكلية الجدول الدوري، فهذه العناصر لها أوزان ذرية معينة وفترة زمنية محددة قبل وصولها عمر النصف.

النظائر

كان الحل الذي جاء به سودي بسيطا ولكن عبقري. أولاً: بالرغم من ان العناصر الجديدة اختلفت في أوزانها الذرية واعمار النصف الخاصة بها، إلّا أنها تشترك مع عناصر أخرىٰ موجودة بالجدول الدوري وتحمل نفس الصفات والخصائص بالتالي

فهي تعتبر (أنواع) منها. مثلا العناصر الجديدة مثل ثوريوم سي وراديوم دي المختلفة في كتلتها الذرية واعمار النصف، هي في الحقيقة أوجه كيميائية لعنصر الرصاص. وهذا يفسر إخفاق العلماء من تصنيع هذه العناصر من عناصر أخرى لأنها كيميائيا كانت نفسها! اسمى سودي هذه العناصر الفرعية (النظائر) وبذلك مسح الضباب من على زجاج الاكتشافات (الجديدة). كان شرح سودي مفيدا ريثما يجيء جيمس جادويك ليفسر اختلاف الأوزان النووية مع ثبات الاعداد الذرية للعناصر.

قانون نزوح العناصر المشعة

في السنة ذاتها التي شرح فيها سودي نظريته الخاصة بـ (النظائر)، شرح قانون (نزوح العناصر المشعة) وينص على (عند انبعاث جزئ الفا من مادة متحللة إشعاعيا، يختزل عددها الذري إلى النصف، ووزنها الذري إلى الربع) بناءً على ان جزئ الفا بالحقيقة نواة عنصر الهيليوم بشكل ذري مشابه. وعند انبعاث جزيء بيتا (سالب الشحنة)، تزداد شحنة الذرة واحدا.

منح سودي جائزة نوبل للكيمياء في 1921 عن عمله على النظائر، قبل ان ينصب اهتمامه على التدرج الأكاديمي الذي سرقه من مختبرات الكيمياء.

إرث سودي

كانت الفترة بين 1904 – 1914، في غلاسكو، فترة العمل والإنجاز الذهبية في الكيمياء. فقد وضع قانون النزوح الإشعاعي وارسى مفهوم النظائر، أما بقية حياته فقد ابتعدت اهتماماته عن الكيمياء وعمل على نظريات لم تعد مقبولة بعد ان توج بنوبل للكيمياء.

ألبرت أينشتاين

1955 - 1879



الخط الزمني: 1902: يعمل أينشتاين في مكتب تسجيل براءات الاختراع في سويسرا. 1905: ينشر ثلاث رسائل أصيلة عن الفيزياء النظرية ومن بينها النظرية النسبية (الخاصة). 1916: يقدم نظرية النسبية العامة، أثبتت صحتها بعد ثلاث سنوات. 1922: فاز بجائزة نوبل للفيزياء. 1933: يهاجر إلى بريستون نيوجيرسي. 1939: يشجع فرانكلين دي روزفيلت لعمل القنبلة الذرية. 18 نيسان 1955: يموت في فراشه.

من اهم المقالات التي كتبها أينشتاين في 1905 والتي ساهمت في توسيع افاق الفكر العلمي هي (النظرية النسبية الخاصة). وتشرح كيف ان القوانين الفيزيائية متشابهة لمراقبين مختلفين،

بغض النظر عن مواقعهم، ما داموا يتحركون بشكل ثابت بالنسبة لبعضهم البعض. والاهم من ذلك، ان سرعة الضوء ثابتة وان قوانين الميكانيكا تبدو من مظاهر حياتنا اليومية لان السرع ذات العلاقة بها غير محسوسة.

سرعة الضوء

لكن أثر هذه النظرية لو طبقت على مراقبين يتحركون بسرع مختلفة سيكون هائلا ولن تجدي نفعا المعايير المعتادة لقياس السرعة من مسافة وزمن. وبالتأكيد فلا وجود لمكان أو زمان مطلقين. فلو تمكن أحدهم من صعود مركبة والسفر بسرعة الضوء بالفضاء فإن كل شيء سيبدو طبيعيا لهم أما بالنسبة لمن ينظرون إليه من الأرض فلن يكون هذا رأيهم بالتأكيد! ستبدو المركبة أقصر باتجاه وجهة السفر، بينما يستمر الوقت (طبيعيا) على الأرض. ان ساعة يد المسافر ستبدو طبيعية له ولكنها بالحقيقة تبدي تباطؤا كبيرا مقارنة بوقت الأرض الفعلي على الأرض. (كلما تسارعت حركة الجسم بَطؤ زمنه). ولا يمكن إدراك ذلك إلّا بعد عودة المركبة الفضائية إلى الأرض وتمت مقارنة الساعات. كذلك وزن الجسم سيصبح أثقل، لو قدر لاحد ان يزنه عند الانطلاق السريع وفي النهاية لا شيء يستطيع ان يسبق أو يساوي سرعة الضوء حَيثُ تصبح الكتلة غير منتهية ويُفقد الطول ويتوقف الزمن.

النسبية العامة

من 1907 – 1915، طور أينشتاين نظريته الخاصة لتكون (عامة)، وتضم حساب قوىٰ التعجيل والجاذبية. واقترحت نظريته الأخيرة ان اشعة الضوء ستنحني بفعل الجاذبية الأرضية، وان وتزداد الأطوال الموجية للأشعة الالكترومغناطيسية تحت تأثير الجاذبية. إضافة إلىٰ ذلك فإن الكتلة والجاذبية الناتجة ستثني الفضاء والزمن وتغيرهما إلىٰ مسارات منحنية تتبعها كتل أخرىٰ وقعت ضمن مجال التغيير.

لقد أثبتت السنين صحة نظريات أينشتاين خاصة بعد كسوف الشمس في 1919 والذي اظهر بوضوح قوىٰ جذب الشمس وهي تثني الضوء المنبعث من النجوم خلفها في طريقه إلىٰ الأرض. كانت هذه الحادثة بمثابة مصادقة العالم علىٰ نظريات أينشتاين ورؤية الفيزياء من خلال منظار آخر.

قانون الطاقة

من حسن الحظ ان أينشتاين كان قد اكمل ثلاث أطروحات في شبابه في 1905، بالإضافة إلىٰ نظريته النسبية اللاحقة. ومن اهم نظرياته هي تلك التي تحسب علاقة الطاقة بالكتلة وسرعة الضوء حَيثُ الطاقة تساوي الكتلة ضرب مربع سرعة الضوء. كانت هذه النظرية رغم أهميتها العلمية وبالا علىٰ البشرية لأنها محور تطوير السلاح النووي. أما أطروحته الأخرىٰ فقد شرحت

الحركة البراونية والأخيرة فصلت التأثير الكهروضوئي لنظرية الكم لبلانك.

الإنجازات الأخرى

دون تعمد وتخطيط، جُرّ أينشتاين لسباق التسليح. طلب منه زملاؤه العلماء ان يحذر الرئيس الأمريكي من خطر صنع المانيا القنبلة الذرية، بالرغم من كونه من الالمان إلّا أنه تنازل عن جنسيته الألمانية ليكون سويسريا ومِنْ ثَمَّ أمريكيا، حَيثُ وصل الولايات المتحدة في 1933. ترك بلاده لتنامي سيطرة هتلر وبطشه. كان جواب الرئيس الأمريكي ان يبدأ حالا بمشروع مانهاتن وتصنيع القنبلة الامريكية أولاً.

بعد الحرب، كان أينشتاين ينادي بنزع السلاح النووي.

السير اليكساندر فليمينغ

1881 - 1955



الخط الزمني: 1929: ينشر فليمينغ أول تقرير عن خصائص البنسلين المضادة للجراثيم. 1939: يعطي البنسلين بشكل غير مباشر إلى هاوارد فلوري وارنست جاين. 1944: يمنح لقب الفارس. 1945: يمنح جائزة نوبل للطب مع فوري وجاين. 1955: يموت بالسكتة القلبية في لندن.

لم تكن حياة اليكساندر فليمنغ بالمثيرة حَتىٰ وجد نوعا من العفن ناميا في مختبره في 1928. ولم يكن حَتىٰ عام 1940، ان قُدّم البنسلين كدواء للناس. ان العفن الذي وجده بالمختبر تميز بإنتاجه كمية جيدة من هذا المضاد. وبالرغم من ان العمل كان لفريق كامل إلّا أن فليمينغ أصبح بطل القصة.

كان فليمنغ ابن مزارع إسكتلندي وجاء من اسرة بسيطة. بدأ العمل عند السادسة عشرة كموظف شحن في لندن بريطانيا. بعد ان ورث بعض المال وشجعه اخوه الذي كان طبيبا، قرر فليمنغ دراسة الطب. في 1902، التحق بمدرسة مستشفىٰ سانت ماري الطبية، حَيثُ مضىٰ بقية حياته العملية. وفي الفترة من 1914 – 18، كانت جهوده منصبة علىٰ إنقاذ ضحايا الحرب.

الاهتمام بالبكتريولوجي

اهتم فليمنغ بشكل متزايد بالبكتريولوجي حَيثُ كان يرىٰ بأم عينه كيف يموت مئات الجنود بسبب جروحهم التي لا تشفىٰ. وكان يبحث عن علاج طبيعي بعيدا عن السموم الكيميائية. كان يفحص سوائل الجسم البشري لصفاتها الدفاعية كاللعاب والدمع والمخاط. في 1922، كان نجاحه الأول في إنتاج اللايسوزايم وقد قتلت هذه المادة الطبيعية بعض أنواع البكتريا، لكن لم يفلح فليمنغ في إنتاجه علىٰ المستوىٰ الطبي الذي ينفع ان يسوق كدواء شاف.

ضربة حظ

كان علىٰ الأطباء ان يتمتعوا بإجازة لمدة أسبوعين ولم يعرف فليمينغ ان اكتشافه الذي سيهز العالم الطبي كان وشيكا. قبل مغادرته المشفىٰ في 1928، كان يتفحص بعض الاطباق التي تحتوي علىٰ بكتريا الستافيلوكوكاس (المكورات العنقودية)

ووجد أحدها معرضا للهواء وكانت مغطاة بعفن البنسيلين، المصادفة المضيئة الوحيدة التي لاحت وسط عتمة الموت والحرب.

عند عودته من الإجازة عاد لذلك الطبق الذي قاده فضوله المعرفي وحدسه العلمي لتركه بعضا من الوقت. لاحظ وجود مساحات خالية من النمو تحيط بالمستعمرات البكتيرية، فهل كان العفن هو السبب؟ بدأت سلسلة التجارب التي قادته إلىٰ يقين يبشر بخير، البنسلين يقتل أنواعا كثيرة من البكتريا إلّا أن وجوده لم يكن كافيا ليتحول إلىٰ دواء ناجعا.

تطوير عقار البنسلين

ترك الامر إلىٰ حين اشتعال الحرب العالمية الثانية وتزايد الحاجة لمضاد حياتي امن حَتىٰ عادت الأنظار إلىٰ نتائج فليمينغ. لقد زودهم العالم الإسكتلندي بعينة من عفنه المضاد للبكتريا وكان الفريق يتألف من هاوورد والتر فلوراي وكيميائي يدعىٰ ارنست بوريس جاين. بحلول 1940 أثبت الفريق قدرة البنسلين علىٰ القضاء علىٰ الإصابات البكتيرية في الثديات ولم يمر وقت طويل حَتىٰ أصبح جاهزا لسوق الدواء.

وقد تشارك الثلاثة جائزة نوبل للفسلجة في 1945.

الإنجازات الأخرى

بعد هذه الخطوات المهمة للتوصل إلى البنسلين ونتيجة الطلب المتزايد عليه صار بإمكان المختبرات المختصة اليوم توفير البنسلين طبيعيا وشبه صناعي لينتج بكميات اقتصادية تلبي حاجة المرضى. لقد انقذ الملايين خلال الحروب والكوارث. يتميز العقار بانه واسع الطيف ويعمل على عدد كبير من البكتريا. وعليه منح فليمينغ لقب الفارس في 1944. وبالرغم من ان العمل الذي اعقب اكتشافه هو الذي اوصله إلى من كان يحتاجه إلّا أنه يقول: « ان الفضل الوحيد الذي من الممكن ان يحسب لي هو انني لم اهمل ملاحظة علمية وعاملتها بعين عالم احياء مجهرية حريص ».

روبرت كودارد

1945 - 1882



الخط الزمني: 1908: يدرس كودارد الفيزياء في جامعة كلارك. 1915: يعرض كيف ان محركات الصواريخ تولد قوة دفع هائلة عند تفريغ الهواء. 1926: يطلق أول صاروخ يعمل على الوقود السائل ويرتفع بمقدار 15 مترا. 1930: يبدأ العمل في روزويل في نيو مكسيكو حَيثُ لينتج صواريخ اسرع من الصوت ومتعددة المراحل وممكن التحكم بجنيحاتها.

« دائما ما يصدق القول بأن حلم الامس هو أمل اليوم وحقيقة الغد » روبرت كودارد 1904. ربما لا نتوقع ذلك ممن أكمل دراسته الأولية ولكن العالم الذي نبغ صناعة الصواريخ لم يكن تلميذا عاديا أيضًا. منذُ عمر السابعة عشرة، كان كودارد

يعرف ما سيفعله بحياته تماما. شجرة الكرز التي الهمته فكرة الوصول إلى المريخ، كان يعتلي اغصانها ويشذب أطرافها ويفكر في بلوغ الفضاء.

من وسط التشكيك والجهل

لقد تفاجأ كودارد ان رؤيته المستقبلية كانت قد نشرت في أحد اعداد جريدة النيو يورك تايمز كمادة للسخرية. في هذه الاثناء كان روبرت قد كتب فعلا رسالة بعنوان (الوصول إلى ارتفاعات شاهقة) التي نشرها في 1919. سجل فيها إنجازاته في مجال صناعة الصواريخ وامله في ان يطأ القمر. مرة أخرى، وجد حامل شهادة الدكتوراه في الفيزياء نفسه مادة للسخرية في النيو يورك تايمز وحينها كان أستاذا في جامعة كلارك ماساجوسيتس. حَيثُ ذكرته بأنه اغفل ابسط مبادئ التعليم الثانوي حَيثُ لا وجود لغلاف جوي خارج الأرض ليولد الصاروخ قوة الدفع التي تساعده في إكمال مسيره. ولو كلف صاحب المقال نفسه قليلا لاكتشف ان كودارد كان قد قطع شوطا مهما في معالجة هذه المعضلة بالتحديد. في 1907، اكما العمليات الحسابية التي تبين اندفاع الصاروخ بقوة دفع هائلة في الفراغ. وفي 1915 اجرى تجربة عملية لمحاكاة الظروف المتوقعة لعملية الإطلاق والسير في الفضاء. في مكانات أخرى من العالم كان علماء آخرون يسلكون نفس الطريق املا في بلوغ الهدف ذاته، كالعالم الروسي قسطنطين تسولكوفسكي (1857 – 1935) والعالم الألماني هيرمان (1894 – 1989).

استجابة كودارد

لم تثبط المقالة عزم كودارد بل علىٰ العكس من ذلك رد عليها بالقول: « كل رؤية هي مزحة حَتىٰ يأتي أول رجل لتحقيقها » وبدأت خطواته تتسارع باتجاه إنجاز الصاروخ الذي سيفتتح الترحال إلىٰ الفضاء. بدأ العمل بالوقود السائل عوضا عن البارود. وبحلول 1925، صنع النموذج الأول التجريبي الذي يعمل علىٰ البنزين والاوكسجين السائل الذي نجح بتصفير وزنه اثناء التجارب. بعد ثلاثة أشهر فقط، في 16 آذار 1926 اطلق أول صاروخ بالوقود السائل. وكان الإطلاق في مزرعة عمته في ماساشوستس. أطلق كودارد صاروخا يبلغ طوله عشرة اقدام إلىٰ الهواء ليرتفع 41 قدما ويقطع مسافة 184 قدما خلال ثانيتين ونصف فقط. وبعد ان لقي الدعم من عائلة غوغهايم، استطاع تجربة إطلاق أكثر من ثلاثين صاروخا وبتحسن مستمر. خلال العشرة سنوات التالية. أما في 1935 فقد انتج صاروخا يفوق سرعة الصوت. لقد تجاهلت الحكومة الامريكية هذه النجاحات حَتىٰ احتدم التنافس الصاروخي في أربعينيات وخمسينيات القرن الماضي. اضطرت الحكومة إلىٰ شراء براءة اختراع كودارد من ارملته بمليون دولار لاستخدامها كتصاميم أساسية لعملها المقبل.

الاعتراف بكودارد

مضى على وفاة كودارد وقت طويل قبل ان يطأ قدم أول إنسان ارض القمر في 1969. قبل ثلاثة أيام من نزول نيل ارمسترونغ على سطح القمر كانت المقالة الساخرة قد صححت لتعترف بحق العالم الراحل بهذا الإنجاز الرائد ولولاه ما كان ارمسترونغ أو غيره ليكون هناك. تقول الصحيفة: « الآن قد تحققت فعلا النظرية القائلة بان الصاروخ من الممكن ان يسافر بوجود الهواء أو غيابه... التايمز تعتذر عن خطئها السابق ».

نيلز بور

1962 - 1885



الخط الزمني: 1911 يحصل بور على شهادة الدكتوراه من جامعة كوبنهاغن. 1913 ينشر كتابه تركيب الذرات والجزيئات. 1914 يعمل لسنتين مع ارنست رذرفورد في مانشستر. 1916 يعود للدنمارك ليترأس المعهد الجديد للفيزياء النظرية. 1922 يحصل على جائزة نوبل للفيزياء. بور المولود لام يهودية يترك الدنمارك المُحتلَة ويذهب إلى الولايات المتحدة ليعمل على مشروع القنبلة الذرية. 1955 ينظم أول مؤتمر للسلام في جينيف.

من الأسماء القليلة في القرن العشرين التي جارت البرت انيشتاين في الفيزياء النظرية كان الدنماركي نيلز بور في مقدمتها. لقد كانت له إسهامات كبيرة لتعزيز نظرية الكم في الفيزياء والتي

قدمها لأول مرة العالم ماكس بلانك في 1900 وتكمن أهمية هذه النظرية في انها حلّت المساءل المتعلقة بسلوك الإلكترونات داخل نموذج رذرفورد الذري وكان لها دور في تطوير أول قنبلة ذرية.

انهيار الذرة

حصل بور على رسالته في الدكتوراه من جامعة كوبنهاغن في 1911 ثُمَّ انتقل مباشرة إلى مختبر كافندش في جامعة كامبردج قبل ان يستقر في مانشستر للعمل مع ارنست رذرفورد. لقد كان الأخير قد انتهى توا من نموذجه (الكوكبي) للذرة فقد تضمّن النموذج نواة مركزية صغيرة وهي الأثقل بين المحتويات وتدور حولها الإلكترونات بسلسلة من الافلاك كان هنالك مشكلة في هذا النموذج فالفيزياء التقليدية تصر على ان حركة الإلكترونات بهذه الطريقة ستفرغها من طاقتها وستنهار داخل النواة. في 1913 وجد بور حلا لهذه المعضلة وعزز بنفس الوقت من نموذج رذرفورد وذلك بتطبيق نظرية الكم لبلانك عليها فقال من وجهة نظر النظرية الكمية فأن الإلكترونات توجد في افلاك ثابتة ولم تكن تشع طاقتها حَيثُ إنّ كمّات الإشعاع لا تنتقل إلّا بشكل ذرات وتتحول من حالة لأخرى بعد اكتسابها أو إطلاقها للطاقة وهذه هي الحالة الوحيدة التي تتحرك فيها الإلكترونات حَيثُ تتقافز من الفلك الأقل طاقة إلى الأعلى. لقد حسب بور مقدار الإشعاع المنبعث خلال هذا التحول باستخدام ثابت

بلانك وانطبق عليه نظريا كذلك الحال كان مع الهيدروجين والطول الموجي للضوء.



التشابه والتكامل

لقد أضاف بور ملاحظة مهمة أخرى للنظرية وواحدة لاحقة لميكانيكا الكم في 1916 وضع مبدأ التشابه فبالرغم من الفروق الكبيرة بين الاثنين فعلى قوانين الكم التي تحكم المستوى المجهري ان تتشابه مع تلك في العالم الاوسع التي تحكم حياتنا اليومية. في 1927 وفيما يخص ميكانيكا الكم أضاف بور مبدأ التكامل. وكان الجدل قائما حول الضوء وغيره من الأجسام الذرية، هل كان يسلك سلوك الذرات ام الموجات؟ لم تسعفه الأجهزة المختبرية المتوفرة للوصول إلى جواب شافي وظل يدور في ارجاء هذا السؤال مع علماء آخرين الذين حاولوا إيجاد نظريات مماثلة ومنهم لويس ديبروغلي (1892 - 1987) ووارنر هايزنبيرغ (1901 - 1976) وماكس بورن (1882 - 1970).

ارث بور

كانت مساهمات بور النظرية والعملية في الفيزياء مهمة لخلق أول قنبلة ذرية. في 1939 طور نظرية الانشطار النووي (فصل نواة ذرة ثقيلة لإطلاق كمية هائلة من الطاقة تناسب القنبلة الذرية). وهذا ما اسماه بقطرة السائل كناية عن البروتونات والنيوترونات المرتبطة بالنواة وقد اكتشف ان نظير اليورانيوم 235 سيكون الأفضل والانسب لعملية الفصل هذه من نظير اليورانيوم 238 وبذلك اصبح بور من اهم عناصر مشروع أمريكا للقنبلة الذرية بعد ان هرب من بلده المُحتَل. لم يكن بور مرتاحا لآثار التكنلوجيا الجديدة وكرّس باقي حياته للسيطرة وتحديد استخدام الأسلحة النووية مُنح بور جائزة نوبل للفيزياء 1922.

ايروين شرودنغر

1961 - 1887



الخط الزمني: 1908: يدرس شرودنغر الرياضيات والفيزياء النظرية في جامعة فيينا. 1926: ينشر النقاط الأساسية لميكانيكا موجات الكم. 1927: يلتحق بكلية جامعة برلين مع البرت أينشتاين. 1944: يطبع كتابه (ما هي الحياة؟).

لوحت منتصف عشرينيات القرن العشرين بموجة اهتمام بنظرية الكم ومن العلماء الذين اضافوا اتجاها جديدا لفهمها وتطويعها هو العالم ايروين شرودنغر. جاء شروندنغر من عائلة نصف إنكليزية ونصف نمساوية في فينا فكبر وهو يتقن اللغتين الألمانية والإنكليزية. تلقى تعليما خاصا إلى عمر العاشرة. طور هذا العالم ما يعرف بالميكانيكا الموجية. بالرغم من انه مع الكثير

من العلماء الذين اجتهدوا للدفاع عن نظرية الكم، لم يعجبه ما انتهت إليه جهودهم.

الموجات بدل الجسيمات

لقد أسس شرودنغر الكثير من دراساته على ما قدمه العالم لويس دي برولي (1892 – 1987) في 1924. بأن الجسيمات تتصرف كموجات وفق نظرية الكم. لم تكن هذه النظرية واضحة بالنسبة لشرودنغر بالرغم من أهميتها له. لاحظ ان المعادلات الرياضية كانت مبسطة للغاية ولا تتناسب ومعالجة الموضوع على المستوى الأصغر من الذري. دفع بالموضوع بخطوة متقدمة وافترض ان كل شيء هو ضرب من الأمواج.

المعادلة الموجية

من المدهش ان عالمنا استطاع التوصل إلى معادلة موجية في الفترة بين 1925 و1926. لقد اطلق بهذه المعادلة العنان لعلم الميكانيكا الموجية وأثبت صحتها عند تطبيقها على ذرة الهيدروجين والقيم المثبتة لها. وعند حساب طاقة الإلكترون مثلا فقد تجاوزت النظرية الصعوبات والإخفاقات في نظريتي بور وبرولي.

تبني النظرية الموجية

بالتأكيد فتحت هذه النظرية الافاق امام الميكانيكا الموجية ولكن نقاط الضعف التي اظهرتها شغلت شرودنغر أولاً. أولها انه كان من الصعب إعطاء تفسير فيزيائي لخصائص وطبيعة المادة. وقد حاول شرودنغر سد هذه الثغرة بالتعامل مع حفنة الجسيمات كموجة، إلّا أنه لم يكن مقنعا.

التفسير الاحتمالي

لم يترك نظريته فريسة الهزيمة لضعفها في جانب ما، ليأتي آخرون ويبنوا على تركته كما فعل هو! ولذلك استفاد من شروحات هايزنبيرغ للنظرية الموجية (1901 – 76). وافترضت نظريته ان المادة غير موجودة في مكان معين حَتىٰ يتم قياسها. وبذلك وضعا معا افضل الاحتمالات لتحديد المادة وكانت من خلال عنصر المكان. ومع ان الاحتمالية دفعت النظرية قليلا إلّا أن شرودنغر انضم إلىٰ أينشتاين وغيره في انتقاد النظرية بانها فضفاضة ولا تنتمي إلىٰ عالم السبب والنتيجة ومن المخجل اعتمادها كأساس يبنىٰ عليه أي عمل آخر. لم تترك النظرية عند هذا الحد، فقد أخذ العالم بول ادريان دايراك (1902 – 84) علىٰ عاتقه إثبات احتمالات النظرية الموجية رياضيا مما أوصل الرجلين، دايراك وشرودنغر إلىٰ الفوز بجائزة نوبل للفيزياء في 1933.

قطة شرودنغر

تخيل شرودنغر تجربة ذهنية تم فيها حبس قطة داخل صندوق مزود بغطاء، وكان مع القطة كمية ضئيلة من مادة مشعة بحَيثُ يكون احتمال تحلل ذرة واحدة خلال ساعة ممكنا. إذا تحللت الذرة ستقتل القطة فورًا. والآن يقف المشاهد أمام الصندوق المغلق ويريد معرفة، هل إن القطة حية أم ميتة؟ (من وجهة نظر ميكانيكا الكم، فالقطة بعد مرور الساعة تكون في حالة مركبة من الحياة والموت). وعندما يفتح المشاهد الصندوق يرىٰ القطة إما ميتة أو حية وهذا ما نتوقعه في حياتنا اليومية، ولا نعرف حالة تراكب بين الحياة والموت، عجيب!

هنري موسيلي

1915 - 1887



الخط الزمني: 1910: يعين أستاذا للفيزياء في جامعة مانشيستر. 1913: ينشر أول رسالة عن الاشعة السينية المتضمنة عناصر قانون موسيلي المستقبلي. 1914: ينشر بحثا يؤكد فيه وجود ثلاثة عناصر بين الالمنيوم والذهب. 1915: يقتل خلال غزو غاليبولي في تركيا اثناء الحرب العالمية الأولى.

عمل مع العالم ارنست رذرفورد في جامعة مانشيستر عدد من العلماء المستحقين لجائزة نوبل قبل اندلاع الحرب العالمية الأولى. ومنهم من سرقت الحرب مستقبله الواعد، الإنكليزي هنري موسيلي. بالرغم من صغر سنه والفرصة المحدودة التي

منحته إياها الحياة إلّا أنه استطاع ان يثبت اسمه على جدار العلماء العظماء بإنجازاته العلمية الفريدة.

خلفية علمية

انحدر هنري من عائلة علمية فقد كان ابوه عالما بالإنسانيات والحيوان وجده كان فيزيائيا وفلكيا ورياضيا معروفا. لم تكن مفاجأة إذا ان اظهر موسيلي اهليته للالتحاق بجامعة اوكسفورد لدراسة العلوم الطبيعية. تخرج في 1910، وحرص على الحفاظ على التميز العلمي للعائلة فالتحق فورا بفريق رذرفورد في مانشيستر. وككثيرين غيره، حاول في البداية استيعاب النشاط الإشعاعي ودرس الراديوم. لم يمض وقت طويل حَتىٰ ازداد اهتمام موسيلي بالأشعة السينية وراح يبحث عن تقنيات جديدة لقياس ترددها. ومن هذه التقنيات اعتراض معادن معينة مسار الاشعة السينية.

فحص أطياف الاشعة السينية

في 1913، فحص موسيلي الاشعة السينية لأكثر من ثلاثين عنصرا معدنيا وسجل ترددات الخطوط الناتجة. ولاحظ ان الخطوط تتحرك وفق الوزن الذري للعنصر. واستنتج أيضًا ان الترددات الناتجة لها علاقة بمربع مضاعفات اعداد صحيحة معينة والتي بدورها كانت تشير إلى العدد الذري للعناصر، بالتالي إلى موقعها في الجدول الذري، بالإضافة إلى ذلك لاحظ

موسيلي ان هذا العدد الذري كان يشبه الشحنة الموجبة لنواة الذرة (ويساوي أيضًا عدد الإلكترونات).

من خلال توحيد شحنة النواة مع العدد الذري ومِنْ ثَمَّ موقع العنصر في الجدول الذري، وجد موسيلي وجود علاقة حيوية بين التركيب الفيزيائي للعنصر وخصائصه الكيميائية (كما هو واضح في ترتيبه في الجدول الدوري). ان هذه الملاحظات تؤكد ان خصائص العنصر تأتي من عدده الذري لا من وزنه الذري كما كان يعتقد سابقا.

إعادة فحص نظريات مندليف

ان إعادة تركيب الجدول الدوري باعتماده الاعداد الذرية عوضا عن الأوزان الذرية، أوضح بعض الفجوات المنطقية في الجدول الدوري واظهر فراغات لعناصر مهمة. وخاصة بعد تطبيق قانون موسيلي (المبدأ الذي خطه يبين علاقة تردد الاشعة السينية للعنصر وعدده الذري). وبذلك جاءت السنوات القادمة بالعناصر غير المكتشفة لتجد مكانها المتوقع في الجدول الدوري الجديد.

حياة مقتطعة

مع الأسف لم يعش موسيلي طويلا ليرىٰ إنجازه العلمي وهو يترجم إلىٰ خطوات فعلية. مع اندلاع الحرب العالمية الأولىٰ سجل اسمه مع الفريق الملكي للمهندسين. قتل في السنة التالية برصاصة قناص في الرأس في ساحل سوفلا في كاليبولي بعمر السابعة والعشرين فقط. العالم الذي كان يعد بالكثير اختطفته ضربة عابرة.

أدوين هابل

1953 - 1889



الخط الزمني: 1919: ينضم هابل إلى مرصد ماونت ويلسون. 1923: يثبت ان الكون أوسع من مجرتنا الام، درب التبانة. 1925: يتوصل إلى أول مخطط عملي لتصنيف المجرات. 1929: يوضح التوسع المستمر للكون. 1936: ينشر كتابه (عالم السدم) ويعتبر اهم كتاب علمي حينها. 1990: تسمية التلسكوب العملاق باسمه تكريما له.

ان الرجل الذي ندين له لإخراجنا من فقاعة كوننا المحدود، كان على وشك ان يصبح ملاكما ومِنْ ثَمَّ رجل قانون. لقد برع طالب الفلك والرياضيات في جامعة شيكاغو بالملاكمة حتى كاد المهتمون بهذه الرياضة إقناعه بالاحتراف. رفض عرضهم.

وكانت امامه فرصة ممتازة للذهاب إلى جامعة اوكسفورد في بريطانيا على حساب زمالة روديس لدراسة القانون في 1910، وقد أكمل دراسته الجامعية الأولية في 1912، وقرر العمل بالمحاماة لدى عودته للولايات المتحدة. وجد هابل الامر مملا مقارنة بما كان يحبه حقا وهو دراسة علم الفلك. قرر إكمال دراسته العليا وحصل على شهادة الدكتوراه في علوم الفلك التي يحبها. شارك في الحرب العالمية الأولى وأصيب فيها وبعد ان تعافى كانت الفرصة سانحة ليكون جزءًا من كادر مرصد ماونت ويلسون في كاليفورنيا في 1919 حَيثُ قضى بقية حياته العملية. لقد كان محظوظا لان قدومه كان خيرا وبني تلسكوب جديد بارتفاع 100 انج. وكان اقوى التلسكوبات في العالم. راقب هابل السماء كما لم يتح له من قبل. بسرعة، أدرك الفرصة المتاحة امامه، وقرر استثمارها. كانت السدم المنثورة في السماء تثير فضوله حَيثُ اعتقد بانها تجمعات غازية ضمن مجرتنا الأم. كان يعتقد ان (درب التبانة) هي المجرة الوحيدة التي تضم كل الاجرام السماوية والتي قدرت وفق منافسه هارلو شابلي بان قطرها يساوي 300 ألف سنة ضوئية بينما أظهرت الأبحاث اللاحقة بانها 100 ألف فقط.

ركز هابل على سديم الاندروميدا، وباستخدام التقنية نفسها التي طورها شابلي، أكد انها تبعد 900 ألف سنة ضوئية عن الأرض. مما يؤكد وجودها خارج مجرتنا تماما. وسرعان ما أدرك ان هذه السدم الحلزونية الشكل كانت في الواقع مجرات

أخرىٰ. هنالك الملايين منها وفيها البلايين من النجوم. كانت مشاهداته مذهلة، وأصبح مشهورا بين ليلة وضحاها.

ابتعاد المجرات

استمر هابل بقياس المسافات بين الأرض والمجرات الجديدة ولاحظ ازدياد المسافة بينهما بالتالي خلص إلىٰ احتمالية تقلص المجرات، ومن الملاحظة المتكررة توصل إلىٰ ان الكون يتسع ويسحب المجرات بعيدا عن مجرتنا. وهذه الفرضية ضربت نظرية ثبات الكون عرض الحائط وجلبت مجموعة كبيرة من التساؤلات لتطرحها علىٰ الطاولة. كان أينشتاين قد توصل إلىٰ أهمية حركة الكون المستمرة للداخل أو للخارج ليتمكن من الاستمرار والتجلي وفق القوانين الفيزيائية المنطقية. غيّر أينشتاين رأيه حَيثُ أخبره رواد الفضاء أنه ثابت تماما. وبعد سماعه رأي هابل قال ان رأيه السابق بالقائل بسكون الكون هي أكبر حماقة صدرت عنه.

ثابت هابل

بحلول 1929 كان هابل قد قاس المسافات لعدد كاف من المجرات قبل ان يعلن معادلته المعروفة (ثابت هابل). لقد حسب السرعة التي تتراجع فيها المجرات بعد ان تُضرب بثابتهِ. وبالرغم من انه قد بالغ في قيمة الثابت إلّا أن معادلته كانت صحيحة. لقد مكنّت التصحيحات روّاد الفضاء من تقدير

قطر الكون ليكون كحد اقصى 18 مليار سنة ضوئية وعمره بين 10 إلى 20 مليار سنة. ومضى هابل لوضع منظومة تصنيف المجرات المستخدمة اليوم.

إرث هابل

عُرف ادوين هابل اليوم بالتليسكوب الفضائي الذي يحمل اسمه وهو الذي أحدث ثورة في فهم الكون. لقد رسم هذا العالم الكون امام بني البشر وبشكل غير مألوف ولا يشبه ما صوره من سبقه قبل خمسة وستين عاما فقط ومن بين نظرياته المؤثرة هي التوسع المستمر للكون والتي اوجدت إجماعا لنظرية الانفجار الكبير وأصبحت محور أدبيات رواد الفضاء.

السير جيمس جادويك

1974 - 1891



الخط الزمني: 1911 – 1913 يتخرج من جامعة مانشستر ويمضي السنتين التاليتين بالعمل لدى ارنست رذرفورد. 1913 يذهب إلى برلين ليتتلمذ على يد العالم المشهور هانز كايكر. 1920 يعود للعمل مع رذرفورد في مختبر كافندش في كامبردج. 1932 يكتشف النيوترون. 1935 يُمنح جائزة نوبل للفيزياء.

كان للإنكليزي جيمس جادويك مكانة متميزة في الفيزياء بدءًا بكونه مساعدا لارنست رذرفورد. حَيثُ توصل إلى حل آخر الغموض الخاص بالتركيب الأساسي للذرة، اكتشف النيوترون. وتحول من باحث غير معروف إلى فيزيائي ذائع الصيت. عاد للعمل مع رذرفورد في 1910 حَيثُ كان الأخير

رئيس مختبر كافندش في كامبردج ونجحا بالعمل معا حَتىٰ عام 1935. بعدها انتقل جادويك إلىٰ جامعة لفربول ليصبح أستاذ الفيزياء هناك ومن اهم استنتاجاته ان نواة ذرة الهيدروجين ذات البروتون الموجب والوزن الذري واحد كانت في الحقيقة موجودة في نواة كل الذرات ولكن بكميات أكبر.

وزن الذرة

كان هذا العمل مليئا بالمصاعب وهو يسعىٰ إلىٰ شرح الوزن الذري للذرات ومن بين هذه الصعوبات انه لا يمكن الاعتماد علىٰ كتلة المكونات الأساسية في الذرة وكانت البروتونات تشكل ما يقارب نصف كتلة الذرة ولكنها بنفس الوقت كانت تساوي بالعدد الإلكترونات السالبة. ويُذكر ان وزن البروتون هو ألف ضعف من وزن الإلكترون وعليه تبقىٰ نصف مكونات الذرة علىٰ الأقل دون وزن يُذكر. وبالاعتماد علىٰ حساب الأوزان الذرية لا يمكن للمرء ان يتوصل للكثير علىٰ مستوىٰ مكونات الذرة.

سيل جسيمات ألفا

وأخيرا وصل جادويك إلىٰ حل المعضلة في 1932 بعد ان أعاد تفسير نتائج تجربة ايرين وفريدريك كوري وكان ايرين ابنة مدام كوري. فقد وجد الزوجان في 1932 انه عندما يُغمر عنصر البيريليوم بجسيمات ألفا فان الإشعاع الناتج يُجبر البروتونات علىٰ مغادرة المواد الحاوية علىٰ الهيدروجين. وتوصلا إلىٰ ان

الانبعاث الذي سبب هذا التفاعل كان عبارة عن اشعة كأما لكن جادويك سرعان ما أثبت ان هذا لا يمكن ان ينطبق على هذه الاشعة وانما من المناسب ان تقوم وحدات اصغر من الذرة ومتعادلة الشحنة والذي اسماها النيوترونات حَيثُ كان لها نفس وزن البروتون لكن لا تحمل شحنة وهي كانت المكوّن الأساسي لذلك الإشعاع. لقد تنبّه رذرفورد إلى وجود هذه الجسيمات في 1920 لكن بعد تفسير جادويك تثبت من ذلك. ان هذا الشرح كان حلا مقبولا للغز الوزن الذري فأن وجود جسيمات تشابه البروتونات في الوزن ولا تحمل شحنة سيكون من السهل الوصل إلى الخمسين بالمئة المفقودة من الوزن الذري.

مُنح جادويك لقب الفارس في 1945 ليس فقط باكتشافاته العلمية لكن لدوره في خدمة بريطانيا خلال الحرب العالمية الثانية. لقد أخذت الحرب منه الكثر ففي الحرب العالمية الأولى كان يختبئ في إسطبل لخيل السباق بسبب سوء حظه انه كان في المانيا للعمل مع هانز كيكر عند اندلاع الحرب. أما في المرة الثانية فكان في الولايات المتحدة ولكن هنا كان رئيس البعثة البريطانية التي تعمل على تطوير القنبلة الذرية.

استلم جادويك جائزة نوبل للفيزياء في 1935 لاكتشافه النيوترون.

الإنجازات الأخرى

كان اكتشاف جادويك للنيوترون مهما جدا لتطوير الفيزياء النووية حَيثُ إنّ غياب الشحنة عن هذا الجسيم جعله انسب لاختراق وفصل الانوية حَتىٰ للعناصر الثقيلة وبذلك كان تنضيب اليورانيوم 235 وهذا ما مهّد لصنع القنبلة الذرية وقد مُنح جائزة نوبل علىٰ إثر ذلك.

فريدريك بانتنغ

1941 - 1891



الخط الزمني: 1916: يتخرج بدرجة الماجستير من كلية فيكتوريا، تورنتو، ويلتحق بالملحق الطبي للجيش الكندي. 1918: يمنح درع البطولة ويسرح من الجيش. 1921: يبدأ مع جارلس بيست دراسة دور البنكرياس في مرض السكر. 1923: ينتج الشريكان ويسجلان براءة اختراع الانسولين. ويبدأ الإنتاج الطبي له من قبل شركة صيدلية. ويمنحان جائزة نوبل في الطب. 1939: يلتحق بالوحدة الطبية للجيش الكندي إبان اندلاع الحرب العالمية الثانية. 1941: قُتل باصطدام طائرته في طريقها إلى بريطانيا من نيوفاوند لاند.

كان مرض السكري قاتلا شرسا حَتىٰ عشرينيات القرن العشرين. في 1921 وبعد عدة شهور من التجربة توصل الكندي فريدريك كرانت بانتنغ إلىٰ علاجه الرائد وخلال مدة وجيزة وهب الشفاء لملايين المرضىٰ.

تخرج بانتنغ من كلية الطب في 1916 في تورنتو وفي 1920 وبعد العودة من الحرب العالمية الأولىٰ حاملا وسام الشجاعة أسس لعيادة في لندن - اونتاريو وفي نفس الوقت اجرىٰ ابحاثا في كلية الطب المحلية تتعلق بالبنكرياس.

البحوث الأولى

لقد أظهرت البحوث الأولىٰ وجود علاقة لا تقبل الشك بين البنكرياس ومرض السكري ولكنها كانت غير مفهومة. الآن صار من المعلوم ان هرمون البنكرياس يسيطر علىٰ مقدار السكري في مجرىٰ الدم. يفتقر مرضىٰ السكري هذه العملية وعند بقائهم بدون علاج يقتلهم المرض بسبب الكميات العالية من الجلوكوز التي تسيطر وتجتاح أجهزة الجسم المختلفة. لم يكن بانتنغ متأكدا حينها ولكن الشك مهّد له ابحاثا لاحقة. لقد كان مختصا بجزر لانجرهانز وكان يعتقد انه من المرجّح ان هذه الجزر تُنتج نوعا من الهرمونات تسيطر علىٰ مستويات الجلوكوز في جسم الإنسان استنتج أيضًا انه إذا لم يتمكن الإنسان من توليد هذا الهرمون لسبب أو لآخر فقد يكون مفيدا حقنه كعلاج لمرض السكري.

بانتنغ وبيست

في 1921 بدأ بانتنغ سلسلة من الاختبارات مع تشارلز بيست وهو مساعد الأبحاث في جامعة تورنتو وقد رشحه له البروفيسور جون جيمس ميكلاود وكان يعمل في نفس الجامعة. لقد تسلّم الباحثات عهدة مختبر وبضعة كلاب للتجربة. قاما باستخلاص المادة من جزر لانكرهانز من بنكرياس الكلاب بعد منع السوائل البنكرياسية الأخرى من الدخول في التجربة وفي بعض التجارب أزال البنكرياس من بعض الكلاب لتحفيز مرض السكر لديها وهذا ما حدث فعلا فكانت الخطوة القادمة هي معالجة هذه الكلاب بخلاصة هذه الجزر وقد نجح الامر فتمت السيطرة على اعراض المرض.

إنتاج الانسولين

بعد هذا النجاح قرر بانتنغ وبيست وفق اقتراح ميكلاود بتنقية المُستخلَص قبل تجربته على الإنسان وأُوكلت هذه المهمة إلى جيمز بيرترام كولب وهو كيميائي حياتي والمحلول الذي انتجه اسماه انسولين. بدأت التجارب البشرية في عام 1923 وكان التأثير واضحا ومبشرا بالنجاح. تعافى المرضى المهددون بفقدان حياتهم، بل عادوا لحياتهم الطبيعية بفضل هذا العلاج. بدأ الإنتاج على المستوى التجاري باستخلاص الانسولين من بنكرياس الخنازير ليلبي الطلب المتزايد من المرضى. مُنح بانتنغ

جائزة نوبل للفسلجة وشاركه فيها بدون وجه حق ميكلاود وليس بيست. ومنْ أَجل رفع هذا الحيف شارك بانتنغ نصيبه من اموال الجائزة مع بيست أما ميكلاود فقد شاركه مع كولب. استمرت بطولات بانتنغ خلال الحرب العالمية الأولىٰ والثانية حَيثُ اجرىٰ ابحاثا خطرة عن الغازات السامة وقد توفي ليس باثر الغازات وانما حادث اصطدام الطائرة المتوجهة من كندا إلىٰ بريطانيا لمشاركة بحثه مع الإنكليز.

اكتشاف واحد ينقذ ملايين الأرواح

في الوقت الذي عرف فيه علماء هذا الكتاب بإنتاجهم العلمي الغزير، فأن بعض العلماء كان تأثيرهم يصل الملايين ويحسن حياتهم ويحافظ علىٰ ارواحهم من خلال إنجاز واحد وهذا هو الحال مع السير فريدريك بانتنغ. فلم يعد الاسنان يخطر بباله مرض السكري كمرض قاتل مقارنة بالايدز أو الايبولا. ويعود الفضل لبانتنغ في ذلك.

لويس دي برولي

1892 - 1987



الخط الزمني: 1913: يتخرج من الجامعة. 1914: يجند في الجيش الفرنسي حَتىٰ انتهاء خدمته مع انتهاء الحرب في 1918. 1924: يلقي محاضرة لرسالته الموسومة (بحوث في نظرية الكم) في كلية العلوم في جامعة باريس. 1927: يعرض الخصائص الموجية للإلكترونات والجسيمات الذرية. 1929 يُمنح جائزة نوبل للفيزياء لعمله علىٰ الجسيمات تحت الذرية. 1952 يُمنح أول جائزة من قبل اليونسكو لجهوده في شرح الفيزياء الحديثة لعامة الناس. 1987 يتوفىٰ في باريس بعمر الخامسة والتسعين.

كانت عائلة برولي ذات تاريخ غير عادي وتدرج من الإمارة إلىٰ الدوقية التي استحقها بعد موت والده.

من التاريخ إلى العلوم

كان دراساته الأولية في التاريخ قد تبعتها فترة للعمل في إذاعة برج إيفل خلال الحرب العالمية الأولى وكان هذا العمل مهما لإثارة فضوله العلمي ولذلك التحق بدراسة الفيزياء في السوربون بعد الحرب.

الموجات والجسيمات

في 1924 حصل برولي على رسالة الدكتوراه في الفيزياء وكانت تبحث في توسيع نظرية الكم ولقد استند إلى تصريح أينشتاين حول وجود تأثير الكتروضوئي لبعض الموجات التي تسلك سلوك الجسيمات وبذلك اطلق مصطلح الكوانتا أو الفوتونات فما فعله برولي ببساطة انه عكس النظرية وبحث السؤال: لماذا لا تسلك الجسيمات سلوك الموجات.

سلوك الإلكترون

من وجهة نظر الفيزياء تعتبر الإلكترونات جسيمات بحد ذاتها وبتطبيق نظرية الكم يظهر برولي ان الإلكترونات تستطيع ان تسلك سلوك الموجات باحتساب طولها الموجي وتقسيمه ببساطة على ثابت بلانك. وبالرغم من ان استنتاجه كان يبدو نظريا جدا إلّا أن التجارب أثبتته بعد وقت قصير.

ثنائية الموجة والجسيم

لقد اثارت تجاربه واستنتاجاته الجدل الواسع حول ثنائية الموجة والجسيم فقد كان لشرودنغر وهايزنبيرغ وبورن من بين آخرين اراء قادحة. فقد انتقد نيلز بور دقة الاختبار والأجهزة المستخدمة التي اثرت على النتائج. ونظرا لان توجه العلماء المذكورين كان ينصبّ حول الانتصار لآرائهم بغض النظر عن معطيات التجارب العلمية. لقد وقف بور مع أينشتاين وشرودنغر في المساءلة المنطقية لأهمية هذه الآراء عند غياب السبب والنتيجة وبالتالي بدأوا يشككون بالاتجاه الذي بدأت تسلكه نظرية الكم ونتائجها فرفضوا الكثير من نتائجها.

إنجازات أخرى

لقد اتسعت دائرة الفيزيائيين المشاركين في الجدال الواسع حول نظرية الكم أواسط عشرينيات القرن العشرين وكان معظمهم من الأساتذة ذوي السمعة الطيبة. لقد كانت طريقة برولي غير المعتادة لا تقل أهمية عن النتيجة التي توصل إليها حَيثُ فتح تحقيقا كاملا في هذا المجال العلمي.

انريكو فيرمي

1954 - 1901



الخط الزمني: 1923: يتتلمذ على يد ماكس بورن في المانيا. 1934: يكتشف النيوترونات البطيئة الحركة. 1938: يمنح جائزة نوبل للفيزياء. 1939: يترك أوروبا ليستقر في الولايات المتحدة. 1942: يحقق التفاعل المتسلسل النووي من صنع الإنسان. 1949: يعارض إنشاء القنبلة الهيدروجينية.

يعتبر انريكو فيرمي اهم العلماء الإيطاليين في القرن العشرين بعد غاليلو سابقا. لقد اثمرت جهوده السابقة في المختبرات التي كان من خلالها يستكشف العناصر لدراسة تأثرها بتقنية القصف النيوتروني التي كان قد ابتكرها. عندما وصل إلى اليورانيوم، أثقل العناصر في الطبيعة، حصل ما لم يتوقعه ليكون مفتتحا

لحياة جديدة في الولايات المتحدة بعد هروبه وزوجته اليهودية من التيارات المعادية للسامية.

نواة اليورانيوم

بعد مدة قصيرة ظهرت تفسيرات من قبل العلماء حول نتائج فيرمي المختبرية. لم يكن فيرمي متأكدا مما حصل بالضبط، فافترض ان اليورانيوم قد تحول إلى نظير أو ما شابه. لكن اوتو هان وفريتز ستراسمان وليسي مايتنر شرحوا النتيجة، لقد تكسرت نواة اليورانيوم إلى عناصر ادق وبذلك تحقق الانشطار النووي ولاحظوا ان العملية، وطبقا لقانون أينشتاين، أطلقت كمية كبيرة من الطاقة. هذه المعلومات وصلت أمريكا بعد الهروب من الدولة النازية.

العالم الجديد

تنبأ فيرمي فورا بأثر اكتشافه وراح يعيد التجربة حال وصوله أمريكا ولكن مع العالم نيلز بور. لقد تكهنا بالأفضل والاسوأ باستخدام نظير اليورانيوم 235، وأدركا ان التفاعل النووي المتسلسل هي مرحلة أساسية لإنتاج القنبلة الذرية وعليه التحق بمشروع مانهاتن هو الآخر لتصنع أمريكا القنبلة الذرية قبل الالمان. بحلول كانون الأول من 1942، أنتج فريقه (الكومة الذرية) المحقونة باليورانيوم وكانت وسطا مسيطرا عليه لتفاعل متسلسل استمر لنصف ساعة. بعد ثلاث سنوات

استخدمت تقنية الإيطالي القادم إلى العالم الجديد في صنع أشرس قنبلة عرفتها البشرية. كانت مسالة وقت لا غير حَتىٰ تحولت الاكتشافات البريئة لفيرمي وآل كوري إلىٰ أدوات إبادة بشرية.

حول النيوترونات

من اكتشافاته الأخرىٰ ان النيوترونات من الممكن ان تدخل بسهولة في أنوية العناصر اتلأخرىٰ دون مقاومة بسبب افتقارها للشحنة. وكانت المصادفة ثانيةً، ليكتشف النيوترونات البطيئة. حصل ذلك من خلال اعتراض قطعة بارافين لحركة النيوترونات اثناء قصفها العناصر الأخرىٰ مما سبب تباطؤا في حركتها فازدادت فرصة تحويلها العناصر إلىٰ نظائر مختلفة. بهذه الطريقة تم تخليق الكثير من النظائر. وحصل علىٰ جائزة نوبل للفيزياء في 1938.

الإنجازات الأخرى

بنىٰ فيرمي سمعته كعالم متميز من خلال براعته بتجارب الفيزياء النظرية. حَيثُ عمل علىٰ تحلل اشعة بيتا ومن هنا كان من الممكن ان يتحول البروتون إلىٰ نيوترون بفقدان إلكترون من الأخير، وهذا ما اسماه بمضاد النيوترون. مات فيرمي إثر اصابته بالسرطان تاركا عالما مختلفا تماما عن ذاك الذي ولد فيه.

فيرنير هايزنبيرغ

1954 - 1901



الخط الزمني: 1922: يدرس هايزنبيرغ في المانيا على يد العالم ماكس بورن. 1925: يحقق اكتشافه الجذري في نظرية الكم. 1927: يتوصل إلى مبدأ عدم التاكد. 1932: يحصد جائزة نوبل للفيزياء.

في سنة 1925 قدم فيرنر هايزنبيرغ قوانين جديدة تختلف تمامًا تخص ميكانيكا المصفوفات. وبدلا من الغوص في التفاصيل الخلافية لبعض النظريات على المستوى الذري فما دون، أهملها برمتها! وتعامل مع موضوع صفات المواد بشكل رياضي بحت؛ العامل المهم هو إمكانية تكهن سلوك أو صفة ما رياضيا، كالتردد

وانبعاث الضوء وتحل المسائل جبريا حَتىٰ توصل في النهاية إلىٰ ميكانيكا المصفوفات.

مبدأ عدم التأكد

طرح هايزنبيرغ نظريته (عدم التأكد) ليكون أينشتاين من اشد معارضيها. حَيثُ يعتمد في تعامله مع الذرات علىٰ الرياضيات ويبعد الافتراضات المصورة لها. ولاحظ عدم إمكانية قياس الموقع المضبوط والعزم المضبوط للجسيم في آن واحد. فمن المستحيل ان نتعرف علىٰ موقع إلكترون باستخدام اشعة كأما دون ان نؤثر علىٰ عزمه. ولذلك فان اسلم طريقة لتحديد موقع الإلكترون هي القوانين الرياضية للاحتمالية.

اضطراب السبب والنتيجة

ان اعتماد مبدأ عدم التأكد وما يؤكده من اللجوء إلىٰ الاحتمالية الرياضية سيعارض مبدأ السبب والنتيجة الذي طالما كان القاعدة الفيزيائية الأهم لأي باحث. أما ماكس بورن فقد ذهب ابعد من ذلك وذكر ان الجسيم محسوب علىٰ موجته من ناحية السلوك والخصائص المميزة. عند الاستماع لهذه الآراء انتفض أينشتاين وقال: « ان الله لا يلعب بالنرد! » بالرغم من ذلك، تلاقي النظرية اليوم قبولا كبيرا.

تطوير القنبلة

لقد كان هايزنبيرغ هو الذي افترض وجود البروتون والنيوترون داخل نواة الذرة. لقد لعب هايزنبيرغ دورا كبيرا لتصنيع القنبلة الذرية لألمانيا في الحرب العالمية الثانية. كان ككثيرين من مواطنيه الذين رفضوا ترك البلاد بسبب هتلر بالرغم من معارضته لسياسته العنصرية والمدمرة. في خضم الحرب، كان هتلر مهتما بصناعة أسلحة جديدة فلم يتفرغ لملاحقة الفريق الذي ترأسه هايزينبيرغ لإنتاج القنبلة اثناء الحرب، علاوة على ذلك لم يكن العالم الألماني مستعدا لتسليم هذا المجنون أخطر سلاح عرفته البشرية. وكان مصرا على خطف نجاح الفريق فيما لو توصل إلى إنتاج القنبلة!

تأثير هايزينبيرغ

من بين كل النظريات التي اثارتها نظرية الكم خلال عشرينيات القرن العشرين، كانت افتراضات هايزينبيرغ وبورن هي الوحيدة التي تمتعت بنفس طويل ومقبولية إلى اليوم. ان تحويل علم الفيزياء إلى حالة من عدم التأكد وحسابات الاحتمالية زعزعت مكانة أعظم فيزيائي في العالم (أينشتاين). لكنها كانت النظريات التي جاءت بالنتائج الأقرب إلى الواقع وما زالت مقبولة إلى اليوم.

لينوس كارل بأولنغ

1994 - 1901



الخط الزمني: 1925: يمنح بأولنغ درجة الدكتوراه في الكيمياء من معهد كاليفورنيا التقني. 1934: يدرس الجزيئات المعقدة للأنسجة الحية خاصة المتعلقة بالبروتينات. أربعينيات القرن العشرين: يصبح مهتما بالأنيميا المنجلية. 1954: يمنح جائزة نوبل في الكيمياء. 1961: يشرح الأسس الكيميائية للتخدير. 1962: يمنح جائزة نوبل للسلام. عرف لينوس بأولينغ لجهوده المتميزة في الكيمياء البنيوية. وتطبيقه لنظرية الكم في هذا المجال، وكان هو العالم المؤسس لعلم الحياة الجزيئي. لقد حقق شهرته في الفترة التي اشتهر بها علماء كثيرون في سباقهم لتصنيع القنبلة الذرية، أما بأولينغ فقد كان مهتما بالمدافعة ضد هذا التوجه

واهمية فيتامين سي للصحة. استلم أول جائزة نوبل في الكيمياء في 1954، بعد عرضه نتائجه حول طبيعة الاواصر الجزيئية. وقد سبقه في ذلك المجال العالم الأمريكي جيلبرت لويس وما زالت نظرياته نافذة إلىٰ اليوم. ومن اهم النظريات الخاصة بالآصرة هي تلك التي وصفت التساهمية منها لإكمال الغلاف الإلكتروني المحيط بالمركب (وافترض احتياج المدار الأول حول النواة إلىٰ إلكترونين وثمانية في الثاني وهكذا الثالث وصاعدا). بالرغم من عمله الطويل في المعهد التكنولوجي في كاليفورنيا، إلّا أن السنتين 1926 و1927 هي التي أسست لاكتشافاته الخاصة بالكيمياء البنيوية لعمله مع أرقىٰ العقول العلمية آنذاك.

منهجية جديدة في الكيمياء

كان أول من فهم اثر الاواصر علىٰ تركيب الجزيئات والبلورات كيميائيا. كان تطبيقه لنظرية الكم في الكيمياء البنيوية سببا في تحقيقه خطوات كبيرة في بحوثه. ثُمَّ بدأ يبحث العلاقات الرابطة كميا مما أتاح له إيجاد عدد من القواعد الأساسية لحصول المواد علىٰ تراكيبها المستقرة في 1929 واستمر بالعمل المدعم بالتجربة حَتىٰ اصبح جاهزا للنشر في 1939 بكتابه: (طبيعة الآصرة الكيميائية وتركيب الجزيئات والبلورات). اصبح كتابه مرجعا للكل.

أما في علوم الحياة فقد أسس لعلم الحياة الجزيئي بعد ان اكتشف مرضا (جزيئيا) هو الانيميا المنجلية. بلور نظريات مهمة حول منظومة المناعة البشرية، ووفر الشروحات الكيميائية

الرصينة لعمل المخدر في الجسم. كان جزءًا من سباق الذي أن أي لفهم تركيب الحمض النووي. لقد عزز عمل واتسون وكريغ بعدد من الفرضيات الكيميائية المفيدة.

الضمير المسالم

دخل بأولينغ في مجال التوعية الجماهيرية منْ أَجل كسب التأييد ضد الأسلحة النووية. رفض أن يكون جزءًا من مشروع مانهاتن وسباق التسليح النووي خلال الحرب العالمية الثانية. ان جهوده المناوئة للحرب النووية جعل الحكومة تتهمه بأنه غير وطني، ومع ذلك حصل على جائزة نوبل للسلام في 1962. من حملات المدافعة الأخرى التي اشتهر بها هي إقناع السكان بتناول كميات كبيرة من فيتامين سي لتحسين احوالهم الصحية حَيثُ لاحظ فرقا كبيرة على صحته.

الإنجازات الأخرى

بالرغم من انه، على خلاف الكثيرين من علماء هذا الكتاب، لم يشتهر لنظرية رائدة أو اكتشاف محدد، إلّا أنه قد غير الكيمياء الحياتية وما يتصل بها من علوم وأمراض بشكل كبير. كان بأولينغ يتمتع بذاكرة حديدية وأحساس عال بالحلول الممكنة استطاع ان يملأ الثغرات المتولدة بين فروع العلم المختلفة نتيجة التخصص العالي للعلماء في فرع دون آخر. كان أول من يستلم جائزتي نوبل منفصلتين دون ان يشاركه أحد.

روبرت أوبنهايمر

1967 - 1904



الخط الزمني: 1925 – 27: يدرس في جامعة كامبريدج لدى رذرفورد وبعدها في جامعة كوتينغين مع نيلز بور وماكس بورن حَيثُ حصل على درجة الدكتوراه. 1942: يصبح مدير مشروع مانهاتن، المشروع المشترك لأمريكا وبريطانيا لإنتاج القنبلة الذرية. 1945: يستقيل من منصبه بعد إلقاء القنبلة على هيروشيما وناكازاكي. 1953: إلغاء عقدة مع وكالة الطاقة الذرية بعد استدعاء أمني، ولا يصل إلى وفاق مع السلطة ابدا. 1963: يحصل على جائزة اينريكو فيرمي.

« اصبحتُ أنا الموت، ومدمر العالم » كلمات روبرت أوبنهايمر بعد اختبار القنبلة الذرية، مثال على عذاب الضمير الذي عانى

منه معظم العلماء الكبار الذين عملوا على المشروع. بعد ثلاث سنوات من العمل المضني مع أكبر علماء القرن العشرين في علوم الكيمياء الذرية والنووية، كان يوم 16 حزيران 1945 وتحديدا الساعة 5: 30 صباحا، الصباح الذي فصلت فيه صحراء المكسيك كلّ براءة عن علوم الأيام القادمة.

كان العلماء يتبارون لإظهار براعتهم العلمية في سباق مع الزمن كان الأول من نوعه وكانوا منهمكين بالتفوق العلمي وفك الالغاز دون الخروج من هذه الفقاعة لمساءلة الصورة الأكبر عن مصير هذه القنبلة وضحاياها.

مشروع مانهاتن

كان من الطبيعي جدا ان يتم اختيار اوبنهاور لترؤس ما عرف فيما بعد بمشروع مانهاتن. كان أستاذا للفيزياء في جامعة كاليفورنيا 1929 – 42. وكان يركز في بحوثه على تطورات الكم وعلوم الذرة. في هذه الفترة كان منصبا على اكتشافه الـ (بوسيترون) وهو جسيم بوزن الإلكترون لكنه موجب الشحنة. كان هذا الاكتشاف يشكل فتحا رائدا بحد ذاته لو كان الظرف طبيعيا، لكنه لم يكن. وطوى النسيان معظم إنجازاته العلمية مقارنة بالكارثة العلمية التي انتهى إليه عمله.

جمع الموهوبين

لقد انطلق مشروع مانهاتن كاستجابة من الحكومة الامريكية علىٰ طلب ألبرت أينشتاين وعلماء آخرين تحذر من مغبة توصل القوة النازية إلىٰ امتلاك القنبلة الذرية، فكان المشروع وانطلق سباق التسلح النووي ووصول أمريكا بجمع علمائها إلىٰ القنبلة أولاً.

اختار الفريق صحراء نيو مكسيكو تحديدا منطقة لوس الاموس لإكمال العمل. لقد هرب الكثير من العلماء إلىٰ الولايات المتحدة وجمعهم اوبنهاور في هذا المشروع. وقد نجح فعلا في تكوين فريق علمي لا مثيل له سابقا.

بعد انتهاء الحرب، استمر اوبنهاور بالعمل مع وكالة الطاقة الذرية كمستشار لهيئتها. لقد أصيب العلماء بانهيار تام بعد الحادث الكارثي، إلّا أن الحكومة الامريكية ولأنها في (حرب باردة) مع الاتحاد السوفيتي كانت تضغط عليه لإنتاج سلاح أكثر فتكا: القنبلة الهيدروجينية. كان متهما من قبل الجهات العسكرية انه متعاطف مع بعض الاشتراكيين في الأربعينيات، وبقيت محاولات الإيقاع به مستمرة حَتىٰ انتهت بإقالته من الوكالة في 1954 بعد استدعاء أمني. مشروع منهاتن كان الخيط الرفيع بين النبوغ العلمي والموقف الأخلاقي مقابل السياسي.

الإنجازات الأخرى

لم تبيّض صفحة اوبنهاور الأمنية ابدا بالرغم من انه تم تعويضه قليلا باستلام جائزة فيرمي في 1963. كان في موقع من يعرف أدق التفاصيل عن مشروع القنبلة الذرية مما جعله المحور الأساسي المحرك للمدافعة ضد التسلح النووي. ويقول ادوارد تيللر في مناسبة أخرى: « ان كل إنجاز علمي يصل إلى مرحلة يتحدد توجهه القادم وفق أخلاق العالم وميوله السياسية ».

السير فرانك ويتل

1907 - 1996



الخط الزمني: 1931 - 32: يقود ويتل الطيران التجريبي للقوة الجوية الملكية. 1934 - 37: يدرس الهندسة في جامعة كامبريدج. 1936: يؤسس مع أصدقائه شركة باور جيتس المحدودة. 1941: بعد تثبت الحكومة البريطانية من امتلاك الالمان للطائرة النفاثة تصنع خاصتها. 1944: تدخل طائرة غلوستر ميتيور الخدمة مع السلاح الجوي الملكي. 1948: يمنح لقب الفارس من قبل الملكة.

صحيح ان الاخوين رايت قدما للعالم الطائرة ذات المحرك والقابلة للسيطرة لكن الطيران المدني يحتاج إلى محركات من نوع آخر ليستعرض إمكانياته وخدماته الكبيرة. المحرك النفاث غيّر القصة.

رؤية للطيران

كان الإنكليزي جون ويتل قد توصل إلى الاكتشاف الذي غير به عالم الطيران. سجل اختراعه في هذا المجال بعد ان التحق باسلاح الجوي الملكي منذُ السادسة عشرة من عمره. تعرف على نقاط الضعف والقوة في الطيران وسرعان ما تأهل ليكون قائد إحدى الطائرات. كان قد خبر الطيران من عمر مبكرة وراح يدرس علوم الميكانيكا في جامعة كامبريدج في 1934 – 37.

الحاجة للسرعة

لاحظ ويتل ان الطيران من الممكن تطويره للتوصل إلى تحليق أعلى ومسافات ابعد. وعليه يجب الإفادة من الغلاف الجوي الاخف وعندها يقل الاحتكاك مع جسم الطائرة فتزداد سرعتها. أشار ويتل إلى أهمية المحرك النفاث في رسالته 1928 وما ان حلت 1930 حَتىٰ سجل براءة اختراعه. كانت الفكرة إدخال كميات من الهواء وضغطها واشتعالها في غرفة مناسبة لتتولد من احتراق الغاز قوة الدفع التي تتصل بتوربينات أيضًا.

لم يهتم أحد بعمل ويتل، لكنه انشأ مع أصدقائه شركة لإنتاج المحركات النفاثة في 1936. وبما ان الحرب كانت على الأبواب فقد توجهت الحكومة إلى ابتكار ويتل ودعمت الكثير من عمله اللاحق. أول نموذج سمي بـ (غلوستر أي 39/28)

وانطلقت إلىٰ الأجواء في 15 أيار 1941. كانت سرعتها آنذاك هي 370 ميلا بالساعة وارتفاع 25 ألف قدم.

تطور آخر

لقد سبق الألماني هانز جواخيم بابست فون اوهاين (1911 – 98) في إطلاق طائرته للأجواء في 1939 بالرغم من انه لم يسجل اختراعه رسميا. ولم تكن النماذج التي دخلت الجانب العسكري في المانيا حَتىٰ نهاية الحرب وكان اثرها قليلا جدا. في 1947 انتقل فون اوهاين إلىٰ أمريكا ليشغل منصب مصمم طيران للقوات الجوية الامريكية.

إرث وتل

كان للمحرك النفاث أهمية كبرىٰ لم تظهر إلّا بعد الحرب وامتد اثرها إلىٰ الطيران المدني فازدهر وأصبحت الرحلات التي كانت تستغرق أشهر تستغرق عدة ساعات فقط. كان وتل قد عمل كمستشار لشركات الطيران البريطانية أما في الولايات المتحدة فقد شغل منصبا في الأكاديمية البحرية الامريكية في انابولوس في 1977 كأستاذ باحث. تم تكريم وتل كفارس في 1948.

ادورد تيلر

2003 - 1908



الخط الزمني: في 1930 حصل على الدكتوراه في الكيمياء الفيزيائية من جامعة لايبزك. 1931 تتلمذ على يد نيلز بور في كوبنهايغن. 1935 يهاجر إلى الولايات المتحدة. 1939 يلتحق بفريق البحث النووي في جامعة شيكاغو. 1943 يلتحق بمشروع مانهاتن. 1952 يفجر أول قنبلة هيدروجينية. 1882 - 1883 يعمل مستشارا لدى حكومة ريغان في مبادرة الدفاع الإستراتيجي (حرب النجوم).

دخل العالم في حالة الصدمة من جراء حادث القنبلة الذرية على اليابان في 1945 أما بعد اكتشاف القنبلة الهيدروجينية من

قبل أمريكا في 1952 فقد أثبت إمكانية تدمير العالم بنفسه حَيثُ تبلغ قوة هذه القنبلة آلاف الاضعاف من قوة القنبلة الذرية.

تيلر والقنبلة

كان أحد اهم العوامل للتوصل للقنبلة الهيدروجينية هو الهنغاري الأمريكي ادورد تيلر. فحَتىٰ قبل انطلاق القنبلة الذرية كان ادورد يتوعد بإنتاج قنبلة هيدروجينية وكان المبدأ هو انشطار نواة اليورانيوم وكان في الحقيقة هنريكو فيرمي هو أول من أشار إلىٰ إمكانية إنتاج قنبلة هيدروجينية في 1941 فقد افترض تيلر انه يستطيع ان يولد ما يكفي من الحرارة والضغط لإطلاق تفاعل نووي حراري لنظير الهيدروجين. وكان قد طبّق نظرية أينشتاين ان الطاقة تساوي الكتلة في مربع سرعة الضوء تمثل الحلقة المفقودة في هذه العملية.

قنابل أكبر وافضل

بالرغم من ان الفيزيائي الهنغاري استمر بالعمل مع فريق مانهاتن اثناء الحرب كان قد بدأ فعلا بالخطوة التالية. بعد انتهاء الحرب شعر بالغضب لعدم الاهتمام إلىٰ قنبلته لكن مع نهاية الأربعينيات كان من الواضح ان الاتحاد السوفيتي بصدد تطوير التكنلوجيا الذرية وكانت فرصة مناسبة للضغط علىٰ الجانب الأمريكي لدعم المشروع. في 1950 انطلق المشروع بمباركة أمريكية وأصبح تيلر (أبا القنبلة). لقد عمل تيلر مع الرياضي

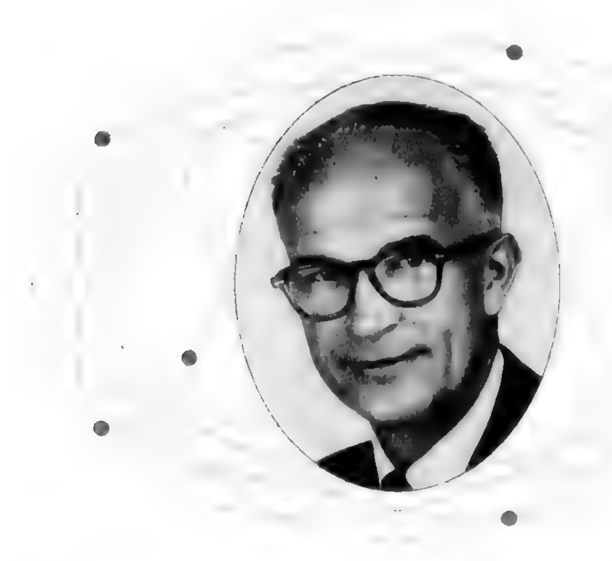
ستان سلو مارسين الذي ساعده في تخطي الصعوبات التقنية الأولىٰ حَتىٰ وصلا إلىٰ المرحلة التجريبية في 1952 ولم تمر سنتان حَتىٰ امتلكت أمريكا هذه القنبلة بشكل فاعل.

تأثير تيلر

في الوقت نفسه كان قائد مشروع مانهاتن روبرت اوبنهايمر يتم التحقيق معه تحت عنوان خيانة البلد وكان تيلر أول من شهد ضده وقال ان اوبنهايمر كان سيشعر بتحسن لو ان الشأن العام كان بإياد أخرىٰ. كان هذا الموقف سببا في ابتعاد تيلر عن بقية الفريق من العلماء وكان شخصية مؤثرة في الحياة العامة خاصة وهو يحث الحكومة علىٰ استكمال مشروع حرب النجوم التي تضمنت مشروع الدفاع الصاروخي في الثمانينات.

ويليام شوكلي

1989 - 1910



الخط الزمني: في 1936 يلتحق شوكلي بمختبرات بيل للهواتف. 1939 - 1945 يعمل كمدير للأبحاث للقوات المضادة للغواصات في البحرية الامريكية خلال الحرب العالمية الثانية. 1947 يطور أول ترانزيستور بين باردين وبراتاين. 1954 يشغل منصب نائب مدير أبحاث وزارة الدفاع. في 1960 وصاعدا يطلق آرائه الغريبة حول العرق والذكاء.

منذُ ان انطلقت الأجهزة الأولى الخاصة بإذاعة واستلام الإشارات ازدادت المحاولات لمضاعفة قوة الإشارات الكهربائية للأجهزة المستلِمة وكانت هنالك مآخذ كثيرة على هذه الصناعة

فكان من الممكن اختصار حجم التليفزيون والراديو فكانت مختبرات بيل للهواتف هي أول من تصدىٰ لهذه المهمة.

فحص البلورات

كان اهم العلماء المشاركين في هذا المشروع هو ويليام شوكلي المولود في لندن في 1910 كان شوكلي ابنا لمهندسي مناجم أمريكيين. وبعد ان اكمل دراسته في المعاهد التقنية في كالفورنيا وماساجوستس حصل علىٰ شهادة الدكتوراه في 1936. ثُمَّ التحق بالفريق أعلاه الذي كان يفحص خصائص البلورات الموصلة للكهربائية وكان التركيز علىٰ عنصر الجرمانيوم وفي إحدىٰ التجارب توصلوا إلىٰ خصائص التكبير للبلورات وبإشراف شوكلي توصل الفريق إلىٰ إنتاج الترانزيستور وهو جهاز صغير الحجم واكثر كفاءة من انابيب التفريغ الكهربائي وحصل الثلاثة (شوكلي وبراتان وباردين) علىٰ جائزة نوبل للفيزياء عن هذا الاختراع في 1956.

وادي السليكون

مع حلول 1948 كان شوكلي يعمل بشكل منفصل علىٰ نظرية الكم وعلاقتها بسلوك اشباه الموصلات وقد حسّن تصاميمه بشكل كبير حَتىٰ اصبح ما توصل إليه معيارا مهما في الصناعة فتطورت الترانزستورات لتكون بحجم مجهري اليوم حَيثُ تستخدم في الحاسبات والبنىٰ التحتية الإلكترونية. في 1955 بدأ شوكلي شركته الخاصة لإنتاج الترانزستورات السليكونية واختار

السليكون لأنه متوفر وارخص ويقاوم درجات الحرارة العالية وكانت الصفة الأخيرة سببا في صعوبة تنقية السليكون وهذه النقطة هي التي رجحّت كفة الجرمانيوم. لقد استفاد العاملين في شركته من علمه ففتحوا شركاتهم الخاصة بعد فترة قيلة. ان اختياره لموقع الشركة في سان فرانسيسكو هي التي أعطت للمنطقة لقبها التاريخي (وادي السليكون).

جدلية العرق

فقد شوكلي سمعته عندما أطلق اراءه الخاصة بأن القوقازيين هم اذكى عرق على الأرض ويجب تعويض أصحاب الذكاء المتدني بمنح مالية ليتم منعهم من الإنجاب، ومع الأسف صار يذكر لآرائه عن العرق وليس لإنجازاته العلمية السابقة.

شخصية جدلية

من المفروض ان يذكر شوكلي لاختراعه الترانزستور في 1947، ومع الأسف اصبح اسمه مرتبطا بقضايا العرق وفي معظم الأحيان تغفل إنجازاته التي اوصلتنا لتكنولوجيا الإلكترونيات التي نعرفها اليوم.

الآن تورينغ

1912 - 1954



الخط الزمني: 1931: يتخرج تورينغ من جامعة كينغ في كامبريدج. 1937: يشرح ماكينة تورينغ (الحاسوب النظري). 1939: يعود لبريطانيا ليعمل على فك الشفرات. 1940: يكتشف جهاز البومبي القادر على فك شفرة انيغما الألمانية.

يرتبط اسم العالم الآن تورينغ مع اختراع الحاسوب. وكرياضي، عمل على نظرية: (عدم التكامل) لكورت غوديل والتي ساعدته في إجراء الحسابات النظرية الخاصة بالحاسوب. وفي 1937 نشر رسالته (أرقام الحاسوب) ومنها انطلق عصر الحاسوب الحديث.

ماكينة تورينغ

تمكنت ماكينة تورينغ من إجراء الكثير من عمليات الحاسوب اليوم ومنها القراءة والكتابة ومسح البيانات ولديها ذاكرة لخزن المعلومات ووحدة معالجة مركزية وبرنامج صنع من خلال سلسلة من الجمل الرياضية. لم يصنع الجهاز النظري إلّا أن اجيالا مطورة منه تم إنتاجها منذُ الخمسينيات.

فك شفرة انيغما

انصب عمل تورينغ اثناء الحرب على فك شفرة (انيغما) الألمانية. كانت هذه هي الشفرة المعتمدة لدى جميع الجهات العسكرية الألمانية وبتعقيد أكبر لدى بحريتها. لم يكن حَتى فك شفرة انيغما ان تمكن الحلفاء من متابعة تحركات الغواصات الألمانية وكسبوا الحرب. وكان سببا في إنقاذ حياة الآلاف من رجال البحرية بعد فك الشفرة.

النظرية في الواقع

بعد الحرب كرس تورينغ جهوده لتحويل النظريات التي اختزنها إلى حاسوب كفوء. كان قد حصل على منصب في مختبر الفيزياء الوطني ليعمل على بناء ماكينة الكومبيوتر الاوتوماتيكية؛ النسخة الأولية من الحاسوب الرقمي. وبعدها عمل على مشروع مشابه في ماتشيستر وأنتج مع الفريق حاسوبا بذاكرة لا تضاهى.

بالإضافة إلىٰ هندسته في بناء هذه الأجهزة كان كثيرا ما يرفد لغات البرمجة بعلومه الرياضية.

اختبار تورينغ

تنبأ تورينغ بان الحاسبات ستلعب دورا أساسيا في حياة الإنسان وستصل إلىٰ مرحلة التفكير مثله تماما. في 1950 نشر بحثا حول: (الحاسوب، الالية والذكاء) حَيثُ ابتكر ما يعرف بـ (اختبار تورينغ) وفيه توجه مجموعة من الأسئلة لمجموعة بعيدة من الناس والحواسيب وفي حالة عدم تمييز المختبِر طبيعة الرد ان كان صادرا عن الالة أو النسان، تكون الالة قد اجتازت الاختبار. ويعتمد حاليا في مجال الذكاء الصناعي.

نهاية غير متوقعة

لم يعش تورينغ طويلا ليرىٰ كيف ان اختباره وتوقعاته وما تنبأ به لمستقبل (ماكينته) قد أصبح واقعا معاشا اليوم. خاصة بعد اكتشاف الترانزستور وشريحة السليكون. ويقال انه انتحر بسبب اتهامه بالمثلية التي كانت تجرّم حينها.

العالم المتفوق في علوم الحاسوب

من بين ككل العناوين التي أدرجت في قائمة إنجازات القرن العشرين العلمية، لا بُدَّ ان الحاسوب كان على رأسها. وبالرغم من تقديم عدد غير قليل من العلماء ابحاثا وتصاميم للحواسيب المبكرة، إلّا أن تورينغ من الممكن اعتباره العالم الأول الذي حقق قفزة نوعية اخرج الماكينة من رؤوس العلماء إلى ايدي المستخدمين.

جوناس سولك

1995 - 1914



الخط الزمني: 1939 يتخرج سولك بدرجة الماجستير من طب جامعة نيويورك. 1942 التحق بجامعة ميشيغان، مشروع تطوير لقاح الإنفلونزا. 1947 تبدأ سلسة ابحاثه في مجال شلل الأطفال في جامعة بيتسبورغ. 1955 يعلن لقاح سولك كفعال وآمن في الولايات المتحدة.

مع حلول منتصف القرن التاسع عشر كانت انتصارات العلوم الطبية قد دحرت الكثير من الأمراض لتشطبها من على قائمة المأساة البشرية عن طريق اللقاحات أو على الأقل تم تحجيمها من خلال إيجاد العلاجات الناجعة. ورغم ذلك بدا مرض شلل الأطفال أكثر قسوة وهو يترك مع كل موجة عددا

كبيرا من الأطفال المصابين بالشلل والاسوأ من ذلك ان عدد هذه الحالات أخذت بالازدياد ففي الأربعينيات وخمسينيات القرن العشرين حصلت وبائيات مرعبة خاصة في الولايات المتحدة حَتىٰ إنّه سيعتبر الشخص الآتي بلقاح الشلل بطلا قوميا. جوناس سولك أصبح رمزا أمريكيا بالرغم من تعرضه إلىٰ مكائد كثيرة من منافسيه علىٰ هذه الجائزة.

أحد مؤسسي علم المناعة

قبل انتصاره علىٰ شلل الأطفال كان سولك في الحقيقة ناجحا جدا في مجالات أخرىٰ من علم المناعة. منذُ عام 1942 عمل تحت إشراف توماس فرانسيس جونيور (1900 – 1969) في جامعة ميشيغان كأحد أعضاء فريقه العاملين علىٰ تطوير لقاح الإنفلونزا. طُبق العلاج تجريبيا علىٰ أفراد القوات المسلحة خلال الحرب. في 1947 انتقل سولك إلىٰ جامعة بيترسبورغ مستمرا علىٰ تحسين هذا اللقاح وفي نفس الوقت شدّ انتباهه مرض شلل الأطفال والحاجة الملحة للقاح ما.

كانت هنالك محاولات مبكرة لتطوير لقاح ضد شلل الأطفال لكنها ومع الأسف توقفت.

في 1935 اظهر علاج وقائي بعض النجاح ولكن عندما اتسعت دائرة التطبيق لتشمل عشرة آلاف حالة اختبار ظهر ان الامر لم ينجح مع تسجيل خطورة في بعض الأحيان وبذلك حفز المرض لأعلىٰ درجاته من الأمراضية.

إدماج العلاجات

مع إبقاء السلامة في البال، بدأ سولك بتطوير لقاح من الفايروس المقتول وتضمنت العملية أخذ عينات من الفايروس وقتله من خلال إغراقه بمادة الفورمالديهايد وكان يتأمل ان السلالات الميتة عندما يتم حقنها ستدفع الجهاز المناعي للجسم على توليد المضادات الحيوية لزيادة مقاومة المرض إلى درجة ان أي تعرض مستقبلي للفايروس الحي لن يكون مضرا. اثناء تحضيره هذا العلاج كان سولك يعتمد على النتائج التي توصل إليها علماء آخرون. ومن بينها اكتشاف ان فايروس شلل الأطفال له ثلاث سلالات ولذلك كان يجب أن يكون اللقاح قادرا على مقارعة كل نسخه. وبالتأكيد كان يُثار أمر استخدام سولك لسلسلة نتائج مُكتشفة من قبل آخرين من توصله إلى اكتشافات جديدة. وبالرغم من الشهرة التي حققها والعرفان من قِبل مواطنيه إلّا أن هذه النقطة بالذات كانت تشعره بالمرارة داخل مجتمعه العلمي.

لقاح شلل الأطفال

بدأ سولك باختبار فايروساته أولاً على القردة وفي عام 1952 على مجموعة صغيرة من البشر وقد وجد كما كان يتأمل ان زيادة ملحوظة قد نتجت من جراء حقن الفايروس بدون تولد اعراض جانبية والتي غالبا ما كانت تصاحب التجارب المماثلة. لقد نشر سولك نتائجه في 1953 ورفعها للتجربة الجماعية

في السنة التالية. وقد نظم مشرفه السابق فرانسيس هذه التجربة على حوالي مليوني طفل. جاءت السنة التي تلت التجربة بنتائج مبهرة أعلنت سولك مخلّصا للأطفال. في 1955 تمت المصادقة على اللقاح ليطلق بشكل رسمي من قِبل الحكومة الامريكية وبالرغم من وجود مخاوف أولية من كارثة تشاكل ما حصل في 1935 بسبب استلام بعض الأطفال جرعة ملوثة من اللقاح إلّا أن اللقاح أثبت مواجهته الحاسمة للمرض. بناء على ما تقدم اتخذت إجراءات امان إضافية خلا مراحل تحضير العلاج مما يعني حصول ملايين أخرى من الأطفال على هذا اللقاح دون اعراض جانبية.

ظهور المنافس

في الوقت الذي رفض الكثيرون الاعتراف بسولك بسبب الغيرة إلّا أن ألبرت بروس سابين (1906 – 1993) جاء ببحث أصيل في هذا المجال حَيثُ طور لقاحا يعتمد على الفايروس المضعف بعد اكتشاف سولك بفترة وجيزة. وبالرغم من إصراره على ان علاجه كان هو الأفضل والأكثر تأثيرا والاسهل عمليا إلّا أنه تم تجاهله. مع مرور الزمن اجبر على إجراء تجاربه في روسيا حَيثُ أثبتت ان نسخته الفموية (كانت تعطى الجرعة عن طريق الفم) انتشرت بسرعة وطغت على شهرة سولك لنجاحها.

معهد سولك

ومع ارتفاع نجم هذا الأمريكي المستمر تولىٰ إدارة معهد لا جولا للدراسات البايولوجية في كاليفورنيا والتي تم افتتاحه مجددا باسم معهد ستولك لينال مكانة مرموقة كمركز أبحاث علىٰ المستوىٰ العالمي. وبسبب قطيعة معظم المجتمع العلمي له بعد ان ذاعت شهرته قال أخيرا: « ما كنت عضوا في هذا المعهد لو لم اقم بتأسيسه بنفسي ».

روزالين فرانكلين

1985 - 1920



الخط الزمني: 1951: تلتحق روزالين للعمل كمساعدة لجون راندال في كلية كينغ لجامعة كامبريدج مع موريس ويلكينز. 1952: تصف التركيب الحلزوني الأساسي لجزيئة الدي ان أي. 1953: استخدم عملها وجهدها العلمي بدون الاعتراف بها في ورقة واتسن وكريغ الفائزة بجائزة نوبل. 1935: توفيت في لندن بسبب اصابتها بالسرطان.

لن تجد في تاريخ العلوم الكثير من الحكايات المثيرة كتلك التي سعت لتفكيك تركيب الدي ان أي وهو مفتاح فهم تركيبة الحامض النووي منقوص الاوكسجين الذي يساعد في بناء الكروموسومات وجيناتها الحاملة للمعلومات: وهو مفتاح

فهم الحياة نفسها. ان الفريق الذي فاز بجائزة نوبل كان ثنائي كامبريدج جيمز دوي واتسن (ولد في 1928) وفرانسيس هيري كريغ (1916 – 2004) وساعدهم سرا مورس فريدرك ولكنز من (1916 – 2004) جامعة لندن بمعلومات مسربة. ان المعلومات التي قدمها ولكنز إلى واتسن والتي كانت طفرة علمية كانت نتائج العمل المضنى للباحثة المجهولة روزالين فرانكلين من جامعة لندن والتي فقدت مساحتها في التوثيق التاريخي نتيجة هذه الملابسات. لقد تخرجت فرانكلين سنة 1941 بتقدير جيد من فرع الكيمياء جامعة كامبردج، وقبل تسنمها منصبها الجديد في كلية كينغ سنة 1951، كانت قد رفدت المجتمع العلمي بإسهاماتها المنصبّة على فهم وتفكيك هيكلية الجرافيت والمركبات الكربونية الأخرى كما وأنجزت دراسات حول خاصية الامتصاص لأنواع الفحم لصالح الجمعية البريطانية لأبحاث الفحم.

مكان قاسٍ للنساء

في مطلع خمسينيات القرن العشرين عندما رُبح وخُسر سباق الـ DNA كانت بريطانيا ما تزال مكانا قاسيا على النساء ووعرًا يحول دون ترك بصمتهنَّ في أماكن العمل بالرغم من التطورات الكبيرة التي حصلت في النصف القرن التالي في المعركة الدائرة لتحقيق المساواة بين الجنسين إلّا أن (المدرسة القديمة) ما زالت مهيمنة وحافظت على موقفها غير المنطوق تجاه النساء. في هذا المحيط المليء بالعداء تجاه النساء، لم يكن من المستغرب إذن ان

تختار فرانكلين العمل بمفردها. ومن الواضح بانها وزميلها ولكنز الذين عملا على الـ DNA والمسائل المتصلة به وتحت إشراف جون ترتن راندال (1905 – 1984) في كلية كينغ لم يستطيعا التوافق لمدة طويلة كما يبدو. ان غياب التعاون بينهما قابله روح فريق عالية لواتسون وكريغ من كامبردج والذي أتت ثمارها فيا بعد.

الرائدة الوحيدة

وبذلك استمرت فرانكلين بتفكيك معضلة الـ DNA لوحدها وقد حققت وبسرعة طفرات علمية تدعو للإعجاب. ان العلاقة بين الـ DNA وقواعده كآلية لتمرير المعلومات الوراثية كانت في حينها قد كان لها أساس ومقبولية. وقد بنى عليها فرانكلين وواتسون وكريغ واستفادوا من هذه القاعدة المعرفية بالإضافة إلى ما جمعوه من إنجازات علمية لسلسلة من الباحثين العاملين في هذا المجال حول العالم أما الخطوة الثانية فكان من الضروري ان نفهم كيف ينجح الـ DNA بنقل معلوماته، فاتفق الطرفان كلّ منهما على حدة ان الخطوة التالية هو فهم هيكل الـ DNA فهذه التركيبة ستأتي بالإجابة هنا، وبأساليب كثيرة كان لفرانكلين اليد العليا. فقد كانت خبيرة في تقنيات انحراف الأشعة السينية وهي المنهجية المتبعّة لتصوير ذرات البلورات وكانت في حينها عند بداية تطبيقها على الجزيئات البايولوجية بدأت فرانكلين بفحص الـ DNA على هذا الأساس وقد جاءت فحوصاتها بنتيجتين مهمتين فأولها، لاحظت ان (العمود الفقري) للجزيئة كان

من الخارج وهذا ما فات واتسن وكريغ في البداية ولكنه كان الامر الأساسي والمحوري لفهم الهيكل الجيني. علاوة على ذلك وبحلول 1952 كانت فرانكلين قد التقطت أوضح الصور لهذه الجزيئات إلى يومنا هذا وهي دليل قاطع على التركيب الحلزوني للـ DNA. وعليه وضح واتسن وكريغ الحلزوني الثنائي. وفي الوقت الذي كانت فرانكلين تجمّع هذه الاستنتاجات التي توصلت إليها كان الرفيق الآخر قد وصل إلى حرم كامبردج. فكان ولكنز زميل فرانكلين يستطيع الوصول إلى صورها وبذلك عرضها على واتسن وحالا لاحظ واتسن الدليل القاطع للبناء الحلزوني وهي القطعة المفقودة من اللغز العلمي الذي كان يجتهد مع كريغ بحله لمدة طويلة. لم يمر وقت طويل حَتىٰ أعلنا إنجازهما العمي الباهر بانهما فككا تركيب الـ DNA.

إنجاز محجوب

بالرغم من ان فرانكلين كانت كيميائية متميزة قبل ذهابها للعمل مع راندال إلّا أن الطرح الذي وصفه واتسن بخصوصها في كتابه الخاص باكتشاف الحلزون الثنائي ساعد بتجاهل دورها في هذا الاكتشاف بعد ذلك بقليل انسحبت من الوسط العمي وماتت بالسرطان أما واتسن وكريغ والادهىٰ ولكنز فقد استمروا في مسيرتهم ليحصدوا جائزة نوبل في الفسلجة في سنة 1962 على اكتشافهم. وحَتىٰ وان نوت اللجنة المكلّفة بتسمية الفائزين بنوبل تضمين اسم فرانكلين لما تمكنوا من ذلك: فجوائز نوبل لا تُهدىٰ للموتىٰ.

جيمس ديوي واتسون
ولد في 1928



* **الخط الزمني**: 1947: تخرج واتسون من جامعة شيكاغو بعمر 19 سنة فقط. 1953: يفترض، مع فرانسيس كريغ هيكل الدي ان أي الأساس الثنائي الحلزون. 1962: فاز بجائزة نوبل للعلوم الطبية مع كل من فرانسيس كريغ وموريس ويلكينز.

لقد ازدادت الإثـارة والاهتمام الـذي غلّف أحد اهم الاكتشافات العلمية المتحققة في القرن العشرين بسبب عناصر دراما حقيقية: السباق مع الوقت منْ أجل الحصول على جائزة تغير وجهة العالم وظهور الفائزين والخاسرين وحصول صدامات شخصية مع الكثير من التكبر وإشارات لحصول الاستغلال وسؤال يلوح من بعيد (ماذا لو؟).



الحلزون المزدوج

في الواقع كانت القصة من الجودة بحَيثُ ان جيمس واتسن، أحد اهم عناصرها نشرها تحت عنوان الحلزون المزدوج في عام 1968. وبدلا من ان يسعىٰ إلىٰ تهدئة التوتر وسخونة المناوشات التي انطلقت من خمسة عشر عامًا أخذ الصراع إلىٰ مستوىً آخر مخفيا طموحاته منْ أَجل السعي الواعي والمكرّس لنيل جائزة نوبل متجاهلا الكثير من الشخصيات ذات العلاقة بالموضوع والذين لعبوا دورا هاما في هذا الإنجاز. وربما كانت أكثر الصور تجسيدا لخيانته هو موقفه مع روزالين فرانكلين التي تحولت بين ليلة وضحاها إلىٰ نقطة في بحر الجهود العلمية في حين كان الاكتشاف الأساسي ملكًا لها. وبطبيعة الحال كانت هذه الملابسة تثير الحماس حول الموضوع لا أكثر. أما المشهد العمي الحقيقي خلف هذه القصة والمعروفة بطريقة اقل دراماتيكية فلم يكن بأقل إثارة. في بداية 1953 أعلن واتسن الامريكي وزميله الإنجليزي كريغ حرفيا بانهما اكتشفا سر الحياة. لقد توصلا إلىٰ ان الـ DNA المعروف بحمله للمعلومات الوراثية والذي كان أساس كل انواع الحياة مركب من حلزون مزدوج. علاوة علىٰ ذلك ان تفصيلات هذا التركيب هي التي سمحت له بتمرير اسراره عبر الاجيال بنجاح فائق.

المفتاح إلى الـ DNA

ان المفتاح للـ DNA هي القواعد الأربعة الادينين (A) والسايتوسين (C) والجوانين (G) والثايمين (T) والتي كان العالم ايروين كإرجاف (1905 – 2002) درسها سابقا وحددها. وقد لاحظ من خلال القياس الدقيق ان C و G كانتا دائما بكميات متساوية والـ A و T اتخذت نسقا مشابها. فافترض واتسن وكريغ ان ذلك كان يشير إلى نوع من التجاذب المتبادل بين القواعد المذكورة أو بكلمات أخرى انها لن (تلتقي) إلّا مع القاعدة الشريكة المناسبة ضمن العمود الفقري لجزيئة الـ DNA. تدريجيا قاما بترتيب هذه الأفكار وتجسيدها بشكل هيكل لكنهما لم يستطيعا التوصل إلى لغز إمكانية جزيئة الـ DNA على تمرير معلومتها بهذه الدقة المتناهية ثُمَّ جاءت مشاهدات واتسن لصور فرانكلين الخاصة بانحرافات الاشعة السينية لدراستها الـ DNA والتي سُربت إليه سرا من قِبل موريس ولكنز (1916 – 2004)، زميل فرانكلين في جامعة لندن. بعد مدة من الزمن صرّح واتسن وقال: « في اللحظة التي رأيت فيها هذه الصور شعرت بالذهول ». لقد كان تركيب الـ DNA حلزونيا فعلا وهذا في الواقع ما عملنا عليه لاحقا، الحلزون المزدوج. في الأشهر التالية أدرك واتسن وكريغ مدى أهمية هذا الموضوع. فمتى ما طُلب من جزيئة الـ DNA مشاركة معلوماتها فان شريطيها سينفتحان حرفيا إلى شريطين منفردين تاركين قواعد السلم الجيني مكشوفة تماما وبطبيعة الحال

ستستعىٰ إلىٰ (إكمال) نفسها مرة أخرىٰ حَيثُ يرتبط A فقط مع T ويرتبط C فقط مع G والعكس صحيح أيضًا. وهذا يعني ان الأشرطة المنفردة ستختار ان ترتبط من مواد الخلية الأخرىٰ منْ أَجل ان تشكل نسختين حقيقيتين ومتكاملتين للشريط الأصلي. لقد كان هذا الاكتشاف علىٰ آليته البسيطة سببا في ان تذيع شهرة واتسن وكريغ عالميا.

التأسيس للهندسة الوراثية

واصل واتسن وكريغ ومع بعض الخلاف ولكنز سعيهم للحصول علىٰ جائزة نوبل للفسلجة لاكتشافهم في 1962. في ذلك الوقت كانت فرانكلين قد توفيت. لكن الجدل الذي يحيط بالقصة كان ما زال مشتعلا ويعود الفضل لذلك إلىٰ كتاب واتسن الأخير. لقد أطلق اكتشاف الحلزون المزدوج الخيال العلمي الذي يعتمد علىٰ استغلال إمكانيات تطويع المعلومات الجينية في الـ DNA وقد شهدت نموا متسارعا في النصف الأخير من القرن العشرين وهكذا كان الامر علىٰ طول الخط الكثير من الإنجازات والجدل حول الأطعمة المعدلة جينيا والجدليات الأخلاقية الخاصة بالاستنساخ الجيني والقضايا القانونية المستندة إلىٰ الإثباتات الجينية كلها أوجه لاحقة للتطور العلمي المستند إلىٰ هذا الاكتشاف الهائل.

إرث واتسن

كان اكتشاف الحلزون المزدوج نقطة الانطلاق لاستغلال المعلومات الوراثية بشكل أوسع في القرن العشرين فكثيرا ما استمر الجدل حول إيجابيات وسلبيات الأطعمة المعدلة جينيا والجدليات الأخلاقية الخاصة بالاستنساخ الجيني والقضايا القانونية المستندة إلى الإثباتات الجينية كلها نتجت عن هذه الطفرة العلمية. وكان كريغ خاصة هو الذي استمر في إسهاماته المعرفية لتوسيع هذا الحقل العلمي.

ستيفن هوكينغ

2018 - 1942



الخط الزمني: في الستينيات أصيب هوكينغ بداء العصبونات الحركية. 1971: يطرح فرضية وجود الثقوب السوداء الصغيرة 1974 اصغر زميل منتخب للجمعية الملكية. 1977: يعين كأستاذ فيزياء الجاذبية في جامعة كامبريدج. 1979: عيّن أستاذا لوكآسيًا للرياضيات في جامعة كامبريدج وهو منصب شغله إسحاق نيوتن في يوم ما.

يعتبر ستيفن هوكينغ أحد أشهر علماء الفيزياء النظرية في القرن العشرين. وقد عرف بجهوده الرامية إلى توسيع النظرية النسبية العامة لأينشتاين (1879 - 1955) وقد سع هوكينغ

للتوصل إلى تفسير الظواهر الغامضة في الكوزموس خاصة ما يتعلق بطبيعة ومميزات الثقوب السوداء.

الانفجار الكبير والانكماش العظيم

بعد إكماله دراسته الأكاديمية للرياضيات والفيزياء في 1962 وحصوله على درجة الدكتوراه من جامعة كامبريدج 1966، عمل هوكينغ مع روجر بنروس (المولود في 1931) على نظرية الثقب الأسود واصول الكون. كانت نتائج تحليلهم لنظرية أينشتاين العامة للنسبية تفيد بأن (الانفجار الكبير) الذي ولّد الكون كان يجب ان يبدأ بوحدة جذبية منفردة حَيثُ المادة فيها بكثافة لا متناهية وللزمان والمكان منحنىً غير محدود. وبشكل مساو يجب ان تنتهي بوحدات جذبية تدعىٰ الثقوب السوداء أو حَتىٰ الانكماش العظيم وهي حالة الرجوع إلىٰ الوضع الأصلي للكون.

مشكَلة (نسبية)

ان مشكلة هذه الاستنتاجات هو انه لم يكن بمقدور النظرية النسبية العامة التوافق مع هذه الجذبات المنفردة. ولذلك سع هوكينغ إلىٰ توسيعها من خلال توحيد نظرية الكم عند تطبيقها علىٰ التراكيب ذات الاحجام الذرية مع نظرية الجاذبية التي تنطبق علىٰ الكون الاوسع (كما وصفت في نظرية أينشتاين العامة). ان الحاجة الملحة لهذه التوليفة تمت الإشارة إليها لاحقا من قبل هوكينغ في 1971 حَيثُ اقترح فكرة تكون ثقوب سوداء في غاية

الصغر بعد الانفجار الكبير مباشرة. وان هذه لظواهر المصغرة كانت تزن حَتىٰ مليار طن لتتسق مع قانون الجاذبية ولكنها كان يجب أن تكون بحجم البروتون لتخضع إلىٰ قوانين الكم.

ان هذه المحاولة منْ أَجل توليف أعظم نظريتين فيزيائيتين أثبتت صعوبتها البالغة بالرغم من انها قادت هوكينغ إلىٰ تطورات جديدة في نظرية الثقب الأسود.

في 1974 اقترح هوكينغ وبالتوافق مع تطبيقاته لنظرية الكم والثقوب السوداء، والتي كان يؤمن ان الأخيرة لا تفلت شيئا ولا حَتىٰ الضوء، والتي لا يمكن ابدا التكهن بمواصفاتها، من المستحيل أن تكون سوداء. وبدلا من ذلك فيجب ان تشع الطاقة بشكل فاعل حيثما تفارقت ازواج الجزئيات: هنا يتم ابتلاع الجزيئات السالبة فيما تهرب الموجبة كطاقة وأصبح من الممكن تطبيق قوانين الثرموديناميك دون التعارض مع قوانين الكم ومبادئ كلاسيكية أخرىٰ. بالنهاية سيتخلص الثقب الأسود من كل اشعة الطاقة لديه ويختفي.

في دراسات لاحقة، افترضت نظرية هوكينغ (الجاذبية الكمية) احتمالية عدم وجود جذبات منفردة. وبذلك من الممكن تطبيق قوانين الفيزياء دائما، وكما كانت دائما، فافترض ازلية الكون وسرمديته ولا محدوديته. ان ما زاد من قيمة منجزات هوكينغ العلمية التي طورت فهمنا للثقوب السوداء والنقاشات المستفيضة حول الأصول العلمية للكون انه كان يعمل بشكل مستمر بالرغم من اصابته باعتلال العصبون الحركي خلال

أيام دراسته مما تركه اسير الكرسي المدولب وأفقده القدرة على الكلام مما جعله يتواصل عبر الحاسوب فقط ولم يستطع ان ينقل أكثر من خمس عشر كلمة في الدقيقة الواحدة وبالرغم من ذلك فقد كتب ونشر عددا كبيرا من المقالات والكتب في مادة اختصاصه. وقد اشتهر هوكينغ لقابليته على نقل أفكاره المعقدة وخلاصاته المعرفية فيما يخص أصول وفيزياء الكون إلى عامة الناس كتمكنه من نقلها إلى ذوي الاختصاص. فقد كان يتمتع بنفس منطقي مقنع على المستويين الأكاديمي والعام ومع ذلك لم يكن ليطلع غير الأكاديميين على دقائق استنتاجاته الفيزيائية. من بين أبرز مؤلفاته: مختصر تأريخ الزمن، من الانفجار العظيم إلى الثقوب السوداء وهو الأفضل مبيعا في عام 1988. بقي شغوفا بهذه المواضيع الكبرى حتى نهاية حياته وكما بدا جليا من خلال العنوان.

نظرية الكل شيء: أصل الكون ومصيره والذي طُبع في 2002.

عالم ستيفن هوكينغ

ان قابليته على الجمع بين الكتابة للجمهور العام حول أفكاره المبتكرة وانتصاره على عجزه جعله معروفا على المستوى العالمي. وقد وضح ذلك بنفسه قائلا: « مأخوذا بالتناقض بين قواي الجسدية المحدودة والطبيعة الشاسعة للكون الذي اتعامل معه ».

تيم برنرز لي

ولد في 1955



الخط الزمني: 1976 تخرج من كلية كوين جامعة اوكسفورد. 1978 يغادر بليسيه ليلتحق بشركة ناش لمتد في فيرنداون، إنكلترا. 1984 يحصل على زمالة في المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية في جينيف. 1989 يطلق مشروع النص الفائق العالمي والذي عُرف فيما بعد بالشبكة العنكبوتية العالمية والتي صُممت لتمكين الناس من العمل معا من خلال مشاركة معارفهم بصيغة وثائق نصية فائقة.

لو قفزنا إلى الوراء لألفي ونصف سنة في بداية هذا الكتاب لنتأمل الاقدم اناكسيماندر (حوالي 611 – 547ق.م) وما كان يشغله من تفكير وابحاث والآن نستعيد حضورنا السريع في يومنا

هذا مع المخترع الإنجليزي تيم برنرز لي في محاولة لفهم كيف غيّر العلم فهمنا للعالم ومكننا من التلاعب الناجح بعناصره. لقد اخترع الأخير الشبكة العنكبوتية العالمية ليكون ختام مسيرتنا الزمنية التي أظهرت كيف تغذي علوم الأولين من يأتي بعدهم منْ أَجل تغيير وجه حياتنا المعاش لنكون ما نحن عليه اليوم.

على اكتاف العمالقة

القليلون هم من غيروا علاقتنا مع العالم كما فعلت اعمال بيرنرز لي في مجال علم الحاسوب واختراعه الشبكة العنكبوتية العالمية التي أصبحت الأداة المفتاحية في تلك الثورة. ويختلف عن التطورات العلمية الحديثة المماثلة بأهميتها كتجميع شبكات الحواسيب أو تشبيك الشبكات التي عرفت فيما بعد بالشابكة (الإنترنت) وتطوير التطبيقات مثل البريد الإلكتروني فكان لاختراعه الشبكة العنكبوتية العالمية الصفة المميزة بانها ارتبطت باسمه فقط. من النادر ان تجد عمل رجل واحد بتأثير هائل على الاعمال والأبحاث والحيوات الشخصية كابتكار برنرز لي في 1989.

الشابكة والشبكة (الإنترنت والويب)

تختلف الشبكة العنكبوتية العالمية عن الإنترنت. فالأخيرة هي البنية التحتية الملموسة والتي من خلالها يتم نقل البيانات. أما الشبكة (الويب) فكانت الوسيلة الأولى التي استطاع العالم

الواسع من خلالها التوصل إلى إمكانية مشاركة المعلومات عبر الإنترنت. لقد خطرت هذه الفكرة على بال بيرنرز لي على هامش برنامجه (تقصّ) عام 1980. كانت الفرضية سهلة: كان يريد ان يلاحق معلومات إلكترونية من خلال ربط كلمات في وثائق معينة مع وثائق أخرى على حاسوبه. وبذلك يستطيع القفز من وثيقة معينة أو مجموعة معلومات إلى أخرى بجهد يسير. وخلال السنوات اللاحقة تبنى الإنجليزي أفكارا معتبرة مكنته من الارتباط بوثائق على حواسيب أُناس آخرين وربط وثائقهم بتلك الموجودة على حاسوبه الشخصي دون الحاجة إلى قاعدة بيانات مركزية. فلم يكن مشروعه المسمى بالشبكة العنكبوتية العالمية إلّا توسيعا منطقيا لرؤيته التي أطلقها في 1989 كمشروع افتراضي.

لقد كتب بيرنرز لي لغة دارجة وسهلة اسماها (HTML) نص الترميز الفائق، والتي بواسطتها استطاع المؤلفون تحضير وثائقهم بصيغة موحدة، مع الروابط الضرورية، وهي طريقة لربط هذه الصفحات عبر الإنترنت وفق بروتوكول نقل النص الفائق (HTTP) ومنظومة معالجة للتعرف على الصفحات والوصول إليها من خلال عنوان الإنترنت (URL). أما الخطوة التالية فكانت خلق واجهة مباشرة لغير المختصين تُدعى (GUI) واجهة المستخدم الرسومية، فيستطيعون من خلالها قراءة ومشاركة الصفحات المختلفة. لقد أُطلقت هذه الصيغة على الإنترنت وبشكل واسع في 1991 وخلال وقت قصير كان الناس حول

العالم يربطون صفحاتهم خلال شبكة لا تخضع لأي شكل من السيطرة.

كان بيرنرز لي، كبقية العالم المتحفي بإنجازه، قد قطع شوطا كبيرا منذُ تخرجه من جامعة اوكسفورد 1976. فلم تُشر السنوات الأولىٰ من مستقبله المهني إلىٰ ثورته اللاحقة. وانتقل إلىٰ العمل في جينيف كاستشاري برمجيات (سوفت وير) في المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (CERN) حين لمعت فكرته الأولىٰ لبرنامج (تقصّ) ENQUIRE. اليوم يعيش بيرنرز لي في الولايات المتحدة ويعمل في رابطة الشبكة العالمية W3C والتي تهدف إلىٰ استكشاف كل إمكانيات الشبكة العالمية. مرة أخرىٰ يأتي العلم بتطبيق يغير وجه العالم من خلال عالم واحد. كم مرة سيتمكن العلم من تحقيق ذلك في الفياتنا القادمة واجزائها ربما لن نكون اذكىٰ من اناكسيماندر في التوصل إلىٰ الإجابة.

الحياة اليومية والشبكة العنكبوتية

ان التحسين المستمر للمتصفحات خاصة، بالإضافة إلىٰ التقنيات المرتبطة بذلك اوجدت طرقا أسهل للتواصل عبر الشبكة اليوم فهنالك حرفيا عشرات الملايين من الناس يستخدمون ويستفيدون منها كل يوم وهذا الرقم في تزايد مستمر فلو أردنا شراء سيارة أو إجراء بحث عن دراسة أو الاستماع إلىٰ الراديو أو العثور علىٰ تقرير للطقس من بين آلاف المواضيع الأخرىٰ، فمن الممكن إنجاز ذلك من خلال هذه الشبكة والتي كانت امرا مستحيلا حَتىٰ أواسط تسعينيات القرن العشرين.

جون بالتشين

تخرج جون بالتشين بمرتبة الشرف في جامعة لندن عام ١٩٩٧، ثم عمل في شركة إكسون موبيل قبل أن يصبح كاتبًا متفرغًا.

يعيش خاليًا في مقاطعة سِري في الجنوب الشرقي من إنكلترا.

أعظم 100 عالم غيروا العالم

يسلط هذا الكتاب الضوء على ١٠٠ عالم عظيم قاموا بتغيير العالم عبر اكتشافاتهم العلمية، بدءاً من الحسابات الفلكية لليونانيين القدماء إلى إنشاء تيم بيرنرزلي للإنترنت.

هنا الرجال والنساء الذين قدموا لنا الهندسة (إقليدس)، الطباعة (غوتنبرغ)، التلسكوب (جاليليو)، الديناميت (ألفريد نوبل)، الهاتف (غراهام بيل)، التحليل النفسي (فرويد)، الراديوم (ماري كوري)، والبنسلين (ألكسندر فليمنغ).

يجمع هذا الكتاب بمقالات موجزة صغيرة حياة ١٠٠ من العلماء العظماء الذين غيروا العالم، لتبيّن العديد من تفاصيل سيرتهم الذاتية، والمعالم البارزة لاكتشافاتهم العلمية، وأهمية أهم اكتشافاتهم، وتشرح التأثير الذي أحدثته في العالم.

(أعظم ١٠٠ عالم غيروا العالم)، عرض لأهم العلماء العظماء الذين غيروا العالم، بطريقة مبتكرة وأسلوب مشوق للتعرف عليهم وكسب معرفة بهم، كتاب مسلٍ وزاخر بالمعلومات.


ISBN 978-9922-601-86-1



